ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 16 FÉVRIER 1931.

PRÉSIDENCE DE M. Louis de LAUNAY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse ampliation du décret, en date du 14 février 1931, portant approbation de l'élection que l'Académie a faite de M. **Armand de Gramont** pour occuper, dans la Division des Académiciens libres, la place vacante par le décès de M. *A. Le Bel.*

Il est donné lecture de ce décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Armand de Gramont** prend place parmi ses Confrères.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie que le tome 187 (1929, second semestre) des *Comptes rendus* est en distribution au Secrétariat.

THERMODYNAMIQUE. — *Des conditions de la meilleure utilisation de l'énergie des eaux chaudes, naturelles et industrielles.* Note (¹) de M. **Jean Rey.**

L'utilisation de l'énergie des eaux chaudes comprend deux cas bien distincts :

1° La meilleure utilisation des calories de la source d'eau chaude;

2° La meilleure utilisation des frigories de la source d'eau froide.

J'ai fait connaître (²) les formules générales qui permettent de calculer

---

(¹) Séance du 19 janvier 1931.

(²) *Chaleur et Industrie*, 11, n° 121, mai 1930, p. 217 et suiv.

l'énergie théorique produite par la détente de la vapeur que peut fournir une eau chaude soumise à un vide déterminé, et j'ai démontré que la valeur de l'énergie produite par kilogramme d'eau chaude passait par un maximum lorsque l'on faisait varier la température d'ébullition.

Cette remarque est importante lorsqu'il s'agit d'utiliser des eaux chaudes industrielles dont les calories ont exigé, pour leur production, une dépense de combustible.

Au contraire, lorsqu'il s'agit d'utiliser les eaux chaudes équatoriales (procédé Claude-Boucherot), l'effet doit porter sur la meilleure utilisation de l'eau froide qu'il faut extraire du fond de la mer et qui est l'élément coûteux [1], tandis que l'eau chaude superficielle s'offre en quantité illimitée.

Il faut donc calculer l'énergie produite par rapport au kilogramme d'eau froide, et rechercher si sa valeur passe par un maximum, comme c'est le cas pour l'eau chaude.

Dans cette nouvelle théorie, 4 températures différentes sont à envisager :

T_0 la température absolue de l'eau chaude prise à la pression atmosphérique; T_1 la température à laquelle s'opère la vaporisation d'une fraction de cette eau chaude, sous une pression plus faible que la pression atmosphérique; T_2 la température de condensation de la vapeur à son arrivée dans le condenseur à mélange, et T_f la température de l'eau froide à son entrée dans le condenseur.

Je rappelle que le maximum de l'énergie produite, rapportée au kilogramme d'eau chaude, est représenté par une relation exponentielle :

$$(1)\qquad (\mathcal{E}e.c)\,\text{max.} = \text{énergie par kilogramme d'eau chaude} = A(T_0 - T_2)^{\alpha}.$$

Le fonctionnement du condenseur se résume dans l'équation suivante; une fois l'équilibre établi :

$$(2)\qquad n(T_2 - T_f) = r_2.$$

n est le nombre de kilogrammes d'eau froide nécessaires pour condenser 1^{kg} de vapeur, r_2 est la chaleur de condensation de la vapeur à la température T_2.

Comme il faut $\frac{r_1}{T_0 - T_1}$ kilogrammes d'eau chaude dans le bouilliseur pour produire 1^{kg} de vapeur, l'énergie correspondant à la détente de 1^{kg} de vapeur est donc : $\frac{r_1}{T_0 - T_1} A(T_0 - T_2)^{\alpha}$. Les coefficients A et α ont pour valeur

(1) Cette remarque m'a été faite par M. Monteil.

entre 0° et 100° : $A = 0{,}001343$, $\alpha = 1{,}8675$ et entre 4° et 30° : $A = 0{,}001$ et $\alpha = 1{,}945$.

Comme, d'autre part, 1^{kg} d'eau froide correspond à $\frac{1}{n}$ kilogramme de vapeur, l'énergie produite par kilogramme d'eau froide est donc

$$\mathcal{E}_{ef} = \frac{1}{n}\,\frac{r_1}{T_0 - T_1}\,A(T_0 - T_2)^{\alpha},$$

ou, en éliminant n par l'équation (2),

$$(3)\qquad \mathcal{E}_{\text{eau froide}} = \frac{T_2 - T_f}{r_2}\,\frac{r_1}{T_0 - T_1}\,A(T_0 - T_2)^{\alpha} = \frac{r_1}{r_2}\,\frac{T_2 - T_f}{T_0 - T_1}\,A(T_0 - T_2)^{\alpha}.$$

On voit donc que $\mathcal{E}_{ef}$ est fonction de T_1 et de T_2. Pour étudier sa variation, il faut différencier cette quantité par rapport à T_1 et T_2.

Cette opération, qui conduit à des calculs compliqués, se simplifie à l'aide des deux remarques suivantes :

1° La valeur r, chaleur de vaporisation ou de condensation entre 0° et 100°, est, comme l'on sait, une fonction linéaire de T, $r = a - bT$. En prenant les valeurs résultant des dernières recherches faites en Allemagne, aux États-Unis et en France, et non pas celles inscrites dans la Table de Regnault et qui sont trop fortes aux basses températures, on trouve que $r = 752{,}200 - 0{,}567\,T$ avec un écart moyen de 5,2/10000e.

2° Le rapport $\mu = \frac{T_1 - T_2}{T_0 - T_2}$, dans le cas du maximum de l'énergie produite, présente, entre 30° et 4°, une valeur moyenne $(\mu)_{max} = 0{,}4961$, avec un écart moyen de moins de 0,4 pour 100.

En partant de $(\mu)_{max}$ la relation

$$(4)\qquad T_1 = \mu T_0 + T_2(1 - \mu)$$

indique que T_1 dépend seulement de T_0 et de T_2.

L'équation (3) peut s'écrire alors

$$\mathcal{E}_{ef} = \frac{a - bT_1}{a - bT_2}\,\frac{T_2 - T_f}{(T_0 - T_2)(1 - \mu)}\,A(T_0 - T_2)^{\alpha}.$$

Pour simplifier la dérivation de $\mathcal{E}_{ef}$ par rapport à T_2, il suffit de remarquer que l'écart entre les valeurs de r_1 et r_2 est faible, les températures T_1 et T_2 étant assez voisines. En substituant pour T_1 sa valeur tirée de (4) et en prenant la dérivée de $\frac{r_1}{r_2}$, on trouve que la valeur de cette dérivée,

soit $\frac{d}{dT_2}\left(\frac{r_1}{r_2}\right)$, est négligeable ; elle représente environ 0,0004. La dérivation de $\mathfrak{T}_{ef}$ permet d'écrire immédiatement, pour la condition du maximum,

$$\frac{d(\mathfrak{T}_{ef})}{dT_2} = \frac{r_1}{r_2}\frac{d}{dT_2}\left[\frac{T_2 - T_f}{(T_0 - T_2)(1-\mu)} A(T_0 - T_2)^\alpha\right] = 0$$

ou

$$(T_0 - T_2)^{\alpha-1} = (\alpha - 1)(T_2 - T_f)(T_0 - T_2)^{\alpha-2};$$

et finalement

$$(5) \qquad T_2 = \frac{1}{\alpha}[T_0 + T_f(\alpha - 1)].$$

Cette relation (5) est intéressante, car elle donne la température de condensation qui correspond au maximum de l'énergie produite par kilogramme d'eau froide.

En portant la valeur de T_2 dans la relation (3), où l'on élimine T_1 par l'équation (4), on obtient la valeur de l'énergie maxima.

Ainsi, en partant des données $t_0 = 30°$ ou $T_0 = 303°$, $t_f = 4°$ ou $T_f = 277°$, on trouve que $T_2 = 290°,360$ et $(\mathfrak{T}_{ef})_{max} = 0^{cal},28973$.

Si l'on calcule $\mathfrak{T}_{ef}$ pour d'autres valeurs de T_2, on vérifie bien que la relation (5) correspond au maximum.

Le tableau suivant le démontre :

T_2 =	278°.	285°,87.	290°.	290°,36.	290°,70.	293°.
$\mathfrak{T}_{ef}$ =	$0^{cal},24106$	$0^{cal},25590$	$0^{cal},28942$	$(0^{cal},28973)_{max}$	$0^{cal},28953$	$0^{cal},27825$

Il me paraît utile de remarquer que le vide à créer dans le condenseur, pour obtenir le maximum d'énergie par kilogramme d'eau froide, correspond à une température T_2 notablement plus élevée que T_f, et qui est ici $t_2 = 17°,36$. Le travail de la pompe à vide correspondra donc à une pression totale de 200,65 kg/m² au lieu de 88,85 kg/m², en supposant dans le second cas que la condensation s'opérerait à la température la plus basse possible, de $t_2 = 5°$ ou $T_2 = 278°$ au lieu de 17°,36, soit 1° seulement au-dessus de la température de l'eau froide. Le travail demandé à la pompe à vide sera donc moindre pour chasser l'air dissous dans l'eau froide, ou entraîné par la vapeur, et le ramener à la pression atmosphérique, précisément au point où l'utilisation de l'énergie de détente sera maxima. On remarquera également, à l'aide du tableau précédent, que l'énergie par kilogramme d'eau froide, lorsque la différence de température dans le condenseur est de 1°, est 7 fois moindre que l'énergie produite au point du maximum, c'est-à-dire avec un écart de température de 13°,36.

Rendement. — La formule (1) permet le calcul du rendement pour le maximum d'énergie calculé par kilogramme d'eau chaude. Dans le cas des températures de $t_0 = 30°$ et de $t_2 = 17°,36$, on trouve $\rho_{ec} = 0,010993$ ou 1,0993 pour 100. Pour la source froide, il est facile de préciser que le rendement

$$\rho_{ef} = \frac{\mathfrak{T}_{ef}}{T_2 - T_f} = \frac{r_1}{r_2}\,\frac{A(T_0 - T_2)^\alpha}{T_0 - T_1}.$$

Au point du maximum d'utilisation par kilogramme d'eau froide, et pour les mêmes températures extrêmes, la valeur de ρ_{ef} est ainsi de 0,02169 ou 2,169 pour 100. Le principe de Carnot indique que ces rendements seront faibles, les différences de températures sur lesquelles on opère étant également faibles.

Ce fait n'a pas d'importance dans l'application du procédé Claude, où les débits d'eaux chaudes et d'eaux froides sur lesquels on peut compter sont considérables.

Je donne enfin une dernière formule : la valeur du rapport K, du poids n_0 d'eau chaude au poids n d'eau froide nécessaire pour la production et pour la condensation de 1^{kg} de vapeur

$$K = \frac{n_0}{n} = \frac{r_1}{r_2}\,\frac{T_2 - T_f}{T_0 - T_1}. \tag{6}$$

Avec les données précédentes, ce rapport a pour valeur 2,085, c'est-à-dire qu'il faut $2^{kg},085$ d'eau chaude pour 1^{kg} d'eau froide, lorsqu'on atteint le maximum.

L'utilisation maxima ainsi calculée correspond à une énergie théorique de 1,214 kilojoule par litre d'eau froide, ou une puissance de 1214 kilowatts lorsque le débit d'eau froide est de 1^{m^3} par seconde, le débit d'eau chaude étant lui-même de $2^{m^3},085$ par seconde.

Observation de M. GEORGES CLAUDE *sur la Communication précédente* (1).

Il est bien évident que, comme le dit M. Rey, il y aura intérêt dans les installations Claude-Boucherot à employer plus d'eau chaude que d'eau froide pour mieux utiliser cette dernière, qui seule est coûteuse. Il y a longtemps que nous avons signalé cet intérêt, M. Boucherot au *Congrès*

(1) Séance du 19 janvier 1931.

international de Physique de Côme de 1927, dans une discussion approfondie des conditions d'utilisation de l'eau froide et de l'eau chaude, moi-même à New-York devant l'*American Society of Mechanical Engineers* (22 octobre 1930).

Je constate d'ailleurs le bon accord des calculs de M. Rey avec mes propres résultats de Matanzas. On se rappelle en effet que j'ai conclu de mes essais qu'on pourrait pratiquement compter sur 500 kilowatts nets, soit 650 kilowatts bruts aux dynamos par mètre cube d'eau froide par seconde, avec 24° d'écart initial et dans le cas d'égalité de débits d'eau froide et d'eau chaude.

Or M. Rey trouve 1200 kilowatts théoriques, soit environ 800 kilowatts bruts aux dynamos, pour 26° d'écart et un débit d'eau chaude à peu près double du débit d'eau froide.

Ce cas correspond bien, comme le dit M. Rey, au maximum d'énergie obtenue de l'eau froide pour une détente en bloc de la vapeur suivie d'une condensation unique. Mais il ressort, en particulier de la discussion de M. Boucherot au Congrès de Côme, qu'il y a bien d'autres possibilités, par exemple en recourant à des vaporisations ou à des condensations en cascade.

C'est ainsi qu'au lieu d'utiliser en bloc la totalité de la vapeur, dont la pression n'est alors égale qu'à la tension de vapeur à la température *finale* de l'eau évaporée, on peut utiliser à part la portion de cette vapeur produite dans la première moitié de la chute. Soit par exemple le cas où l'eau passe de 30 à 20° dans son ébullition. La pression de la première moitié de la vapeur sera de plus de 30 pour 100 supérieure à celle de la seconde moitié.

On peut faire un raisonnement analogue pour l'utilisation de l'eau froide au condenseur, de sorte que l'utilisation maximum du cas de M. Rey sera encore augmentée ainsi de plusieurs centaines de kilowatts.

Tout ceci souligne une fois de plus l'intérêt de ces pressions dont certains, au début de nos travaux, se plaisaient à considérer l'utilisation comme chimérique.

ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. — *Sur la mort en foule des végétaux par l'éclair fulgurant.* Note de M. E. **Mathias**.

1. R. Hartig, Baur ont observé dans les forêts, sur le Pin, le Sapin et l'Épicéa, la mort de groupes d'arbres environnant celui qui a été *seul* frappé

par l'éclair fulgurant. Von Tubeuf a décrit un cas dans lequel un Mélèze avait été frappé visiblement par l'éclair; il montrait au tronc une bande éclatée courant vers le bas, discontinue; la couronne demeurait verte. Les arbres de l'entourage, Épicéas et Pins sylvestres, dans un *demi-cercle* de 25m de rayon, ne montraient aucune lésion locale mais commençaient à dépérir [1].

Le phénomène s'observe aussi sur des végétaux de petite taille (ceps de vigne, champs de pommes de terre et de navets). D'après Colladon, dans un coteau de vignes, la surface du sol frappée figurait un *cercle*, nettement limité, au centre duquel on saisissait l'action maxima. Les feuilles des ceps montraient une quantité de taches qui, au commencement, paraissaient d'un vert plus foncé et, après quelques jours, se coloraient en rouge brique. Sur les tiges plus jeunes, pleines de sève, le cambium était notamment bruni, tandis que le corps du bois était intact. Dans les tissus endommagés, les parois des cellules étaient inchangées, mais le protoplasma était contracté et tué [2].

2. Pour expliquer le cas des grands groupes d'arbres, von Tubeuf invoque un phénomène nouveau (*Streublitze*) et l'éparpillement de l'éclair en de nombreuses aigrettes. Ebermayer, au contraire, ramène le phénomène à un coup d'éclair intérieur (*inneren Blitzschlages*) par la réunion soudaine dans les arbres des électricités contraires qui y auraient été séparées par l'influence des nuages orageux.

Si nous comprenons bien, von Tubeuf invoque l'existence de *décharges adventives* en nombre au moins égal à celui des arbres mortifiés, et Ebermayer reprend la vieille explication de Lord Mahon par le *choc en retour*. Or l'explication de von Tubeuf se heurte à l'absence de lésion locale constatée chez tous les arbres autres que le *seul* frappé directement par l'éclair. Quant au choc en retour, nous en avons fait justice antérieurement [3].

Pour expliquer le cas des espèces végétales de petite taille, Rathay, sur la foi d'épreuves photographiques de l'éclair fulgurant, montre que, la plupart du temps, celui-ci n'est pas une simple décharge entre deux points, mais au

---

[1] P. Sorauer, *Handbuch der Pflanzenkrankheiten*, 3e édition, 1, Berlin 1909, p. 486.

[2] Daniel Colladon, *Effets de la foudre sur les arbres et sur les plantes ligneuses* (*Mém. de la Soc. de Phys. et d'Histoire naturelle de Genève*, 21, 2e partie, 1872, p. 548-553).

[3] E. Mathias, *Preliminary reports on subjects of investigation* (*Bull.* no 6, 1926, p. 34 : *Section of terrestrial Magnetism and Electricity*).

contraire s'éparpille en de nombreuses décharges latérales. Bref il reprend, sans invoquer de phénomène nouveau, l'explication de von Tubeuf en insistant sur ce que, dans les coteaux de vignes, les ceps sont alignés le long de fils de fer, tendus et parallèles, qui canaliseraient la décharge. Enfin, il étend le phénomène au cas des troupeaux de moutons, où toujours plusieurs animaux sont atteints simultanément.

3. Rappelons que les radiations visibles, d'intensité modérée, décomposent sans douleur le *pourpre rétinien* (reformable instantanément) et provoquent ainsi la sensation lumineuse. Si l'intensité des radiations est trop grande, et si, surtout, elles contiennent beaucoup de radiations ultraviolettes, la vision devient douloureuse; les cellules qui sécrètent le pourpre rétinien sont endommagées *et le pourpre rétinien peut mettre à se reformer un temps allant de plusieurs secondes à plusieurs heures*. C'est le phénomène, dit de l'*éblouissement*, suivi d'une *cécité* qui dure de plusieurs secondes à plusieurs heures. Si l'intensité des rayons ultraviolets est suffisamment grande, *les cellules qui forment le pourpre rétinien sont elles-mêmes détruites et la cécité est définitive* (1).

4. Un autre phénomène est à rapprocher des précédents. Il se produit quand, la porte d'un poulailler restant ouverte par mégarde un jour d'orage, un éclair violent et proche éclate. Si le poulailler contient des œufs couvés et *si les rayons de l'éclair tombent directement sur eux, les embryons sont tués instantanément*. Si au contraire la lumière de l'éclair ne tombe pas directement sur les œufs couvés, ceux-ci n'éprouvent aucun mal et les embryons continuent à se développer.

Ici encore ce sont les rayons ultraviolets de l'éclair, très intenses à cause de la très haute température de la matière fulminante, qui détruisent, par *photolyse* ou par brûlure, les cellules de l'embryon des œufs couvés.

5. Un phénomène identique se produit quand un éclair fulgurant frappe dans une forêt un bel arbre dont la taille dépasse largement celle des essences qui l'entourent. Le plan vertical passant par l'axe de l'arbre et par l'éclair, supposé rectiligne, qui le frappe *est un plan de symétrie* P. Le plan vertical E, perpendiculaire à P et passant par l'axe, *à cause de la couronne de l'arbre frappé, constitue un écran sensiblement opaque pour les rayons*

---

(1) Dr W. Nicati : « L'ophtalmoscope et le microscope révèlent alors de vraies brûlures de la rétine, manifestées par le soulèvement, la désagrégation de l'épithélium pigmenté et l'atrophie des éléments nerveux ... » (*Physiologie oculaire, humaine et comparée, normale et pathologique*, Paris, Schleicher frères, 1909, p. 220).

ultraviolets émis par tous les points de l'éclair et dont *le rayon d'activité* ρ, variable avec l'intensité de l'éclair, est de l'ordre de 20^m (¹). Donc, *seuls les arbres situés par rapport à* E *du côté de l'éclair et dans un demi-cercle de rayon* ρ *seront éblouis*, en entendant par là que leurs cellules superficielles ou peu profondes (feuilles, écorce, bourgeons) seront soumises par les rayons ultraviolets de l'éclair à des *photolyses* ou à des brûlures qui tueront leur protoplasma en respectant la cellulose, c'est-à-dire les parois des cellules et tout le corps du bois.

Pour les plantes de taille plus humble, comme les ceps de vigne, le phénomène demeurera le même, à cela près que l'écran E n'existera plus; l'éclair fulgurant étant sensiblement vertical, *ses rayons ultraviolets éblouiront, par photolyse ou par brûlure, les ceps entourant le cep seul frappé dans l'étendue d'un cercle de rayon* ρ.

Dans les arbres, comme dans les ceps de vigne, l'écorce est maximum au niveau du sol et diminue progressivement quand on s'éloigne de celui-ci. Il s'ensuit que les parties basses des ceps ne seront jamais *éblouies* par l'éclair, que les *internœuds* le seront d'autant plus profondément qu'ils sont plus voisins de la cime des ceps, et que les *nœuds*, où l'écorce est beaucoup plus épaisse, seront à cause de cela protégés contre la photolyse ou les brûlures, tandis que les feuilles des arbres et des ceps, les bourgeons, les rejetons seront endommagés au maximum.

L'extension, par Rathay, de la mort en foule des végétaux par l'éclair aux troupeaux de moutons est donc insoutenable. Le phénomène est différent; nous y reviendrons au moment voulu.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Considérations étiologiques sur la theilériose bovine nord-africaine.* Note de MM. **Edmond Sergent, A. Donatien, L. Parrot, F. Lestoquard.**

La theilériose bovine à *Theileria dispar* sévit presque exclusivement, en Afrique du Nord, sous la forme d'une épizootie annuelle, à caractère quasi explosif, qui éclate au commencement de l'été et prend fin dans les premiers jours de septembre. L'observation de plus de 600 accès aigus de thei-

(¹) Entendons par là que l'absorption de 20^m d'air diminue assez leur intensité pour rendre négligeables les phénomènes de photolyse ou de brûlure dont ils sont encore capables.

lériose montre, en effet, que les neuf dixièmes des cas se manifestent au cours d'une période de deux mois et demi allant du 15 juin au 31 août. Le mois de juillet est celui qui compte le plus de malades : plus de la moitié du chiffre annuel. En revanche, les cas constatés pendant les neuf mois et demi de saison fraîche, c'est-à-dire en automne, pendant l'hiver et au printemps, ne forment qu'un dixième du total statistique.

Les accès aigus de première invasion sont, le plus souvent, mortels pour les bovins adultes qui n'ont pas été prémunis par une atteinte subie dans leur bas âge; mais les survivants restent porteurs de virus et sont infectants pour la tique qui propage la maladie, *Hyalomma mauritanicum*, longtemps après l'accès de première invasion (pendant quatre mois au moins, d'après nos connaissances actuelles). De même restent infectants les bovins prémunis, qui, réinoculés par les tiques, ont présenté des accès parasitaires de réinoculation au cours de l'été.

Nous avons établi expérimentalement, d'autre part, que *Hyalomma mauritanicum* s'infecte à l'état de larve et transmet l'infection au stade adulte de la même génération. L'infection n'est pas héréditaire chez la tique ([1]).

La marche de l'épizootie annuelle de theilériose s'explique à la fois par l'évolution biologique de la tique *Hyalomma mauritanicum*, par le mode de transmission de la maladie et par la persistance du virus dans l'organisme des bovins guéris de l'accès de première invasion.

Les larves de *H. mauritanicum*, tique à deux hôtes, naissent en automne et parasitent alors un premier animal, sur lequel elles restent fixées pendant 15 jours environ (8 jours au stade de larve, 8 jours au stade de nymphe). Si ce premier animal se trouve être un survivant de l'épizootie estivale précédente, ou un prémuni réinoculé, donc un porteur de germes, les larves-nymphes s'infectent de theilériose. Les nymphes gorgées se détachent de l'hôte, tombent à terre, se réfugient dans des abris secs (fentes de murs ou de rochers) et y passent l'hiver, conservant ainsi le virus d'une saison à l'autre. Aux premières chaleurs, les nymphes muent, deviennent des adultes qui se fixent sur un second hôte et le contaminent. L'apparition des adultes, à ce moment, est, pour ainsi dire, massive; elle revêt le caractère d'une véritable invasion : tout le cheptel bovin est attaqué en même temps par les Ixodes, d'où le début brusque et l'allure explosive de l'épizootie. Celle-ci dure tant qu'il existe dans la nature des adultes encore à jeun. Après 10 à 12 jours, les tiques femelles gorgées se détachent, pondent

([1]) Voir la Note précédente (*Comptes rendus*, 192, 1931, p. 253).

et meurent. Les œufs donnent naissance à des larves au bout de six semaines environ, et le cycle recommence. Les mâles restent un peu plus longtemps sur leur hôte ou errent d'un bovin à l'autre, puis meurent à leur tour.

Les cas de theilériose observés à la fin de l'été sont dus à des conditions exceptionnelles : infection successive de deux bovins par les mêmes tiques mâles ou infection par des nymphes détachées accidentellement de leur hôte à la fin du stade larvaire [1]. Les cas sporadiques de la saison fraîche relèvent de contaminations par les rares femelles adultes qui, nées tardivement, survivent parfois jusqu'au printemps. Enfin, l'absence de transmission héréditaire du virus chez la tique fait qu'il n'y a pas d'épizootie d'automne au moment où piquent les larves.

Ainsi s'expliquent tous les caractères de l'épizootie annuelle de theilériose : par la biologie du microbe qui la cause et par la biologie de la tique qui la transmet.

M. **Vito Volterra** s'exprime en ces termes :

J'ai l'honneur de présenter en hommage à l'Académie la seconde édition d'un Ouvrage que je viens de publier sur la *Théorie des fonctionnelles* (*Theory of functionals*, London et Glasgow, 1930). Le but que j'ai poursuivi a été de réunir dans un seul Volume, et par suite d'une manière très concise, les différentes branches de cette théorie. Je ne suis pas entré dans les détails des démonstrations, mais j'ai cherché à citer les différents auteurs qui se sont occupés de ce sujet et à indiquer les livres et les mémoires, mêmes les plus récents, que l'on peut consulter avantageusement.

Pendant les dernières années l'analyse fonctionnelle s'est beaucoup développée et a été utilisée dans plusieurs parties des mathématiques et de leurs applications. D'anciens chapitres de l'analyse sont rentrés dans son domaine. D'autres ont été systématisés par ses méthodes. Enfin de nouveaux chapitres ont été constitués où de nouvelles questions ont été abordées et résolues. C'est ainsi que la Théorie des fonctionnelles comprend aujourd'hui les équations intégrales et intégro-différentielles et celles aux dérivées fonctionnelles, les recherches sur l'espace fonctionnel, le calcul des variations dans son sens le plus large, et les questions sur les phénomènes ayant un caractère héréditaire.

---

(1) *Loc. cit.*

En effet tous ces sujets peuvent être traités par des règles systématiques et des procédés qui appartiennent à l'analyse fonctionnelle.

Plusieurs Ouvrages avaient été déjà consacrés à ce sujet. Outre mes conférences de la Sorbonne je désire rappeler les Ouvrages de MM. Hadamard, Evans, Paul Lévy, Pérès, Fréchet, Tonelli. Mais aucun d'eux n'embrasse toute la matière, car chacun envisage l'étude approfondie de certaines parties.

Je pense qu'il serait désirable d'avoir le plus tôt possible un traité qui, sans négliger aucune branche intéressante de la théorie et de ses applications, puisse donner aussi les principaux développements des méthodes et les détails des démonstrations. Il est encore à écrire, mais j'espère que l'Ouvrage actuel montre le plan sur lequel il devrait être bâti. En effet, pour l'exécuter, il n'y aurait qu'à développer, dans le même ordre et par les mêmes procédés, les parties dont on a donné un aperçu dans celui-ci et les propositions qu'on s'est borné à énoncer. A mon avis il n'y aurait pas de réelles difficultés à remplir ces lacunes. En attendant j'espère que les lecteurs du présent Ouvrage y trouveront, sans rencontrer de difficultés, une vue d'ensemble de tout le sujet et une bibliographie que je me suis efforcé de rendre la plus complète possible. La collaboration de M. Fantappié, qui a préparé le texte de la première édition et m'a aussi aidé dans la seconde, m'a été très utile.

NOMINATIONS.

L'Académie délègue son **Bureau** et charge **M. A. Lacroix** de prendre la parole en son nom aux fêtes du *Quatrième centenaire* de la fondation du Collège de France.

M. **Ch. Gravier** est désigné pour représenter l'Académie au *Centenary Meeting* de la *British Association for the Advancement of Science*.

ÉLECTIONS.

M. **Paul Pelseneer** est élu Correspondant pour la Section d'Anatomie et Zoologie, par l'unanimité de 45 suffrages, en remplacement de M. *A. Brachet*, décédé.

CORRESPONDANCE.

M. **Paul Lemoine** prie l'Académie de vouloir bien le compter au nombre des candidats à la place vacante dans la Section de Minéralogie par le décès de M. *P. Termier*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Les premiers fascicules de *The Miscellaneous Publication of the Bureau of Entomology of Chekiang Province*, Y. Hsuwen Tsou, Director.

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Sur la découverte en Russie de lettres inédites de* Nicéphore Niepce, *inventeur de la Photographie.* Note de M. **Potonniée**, présentée par M. Paul Helbronner.

Au mois de mars de l'année 1928, un savant russe, M. Yermilof, apprit qu'il existe dans les Archives de l'Académie des Sciences de Leningrad une liasse de manuscrits français portant le titre : *Correspondance de Niepce*. L'examen de ce dossier permit de constater qu'il s'agissait bien de Nicéphore Niepce (1765-1833), l'inventeur de la photographie. Yermilof a en effet trouvé dans cette liasse 166 lettres (dont 138 inédites) écrites par Nicéphore Niepce, Isodore son fils et Claude son frère, par son associé Daguerre, par l'opticien Vincent Chevalier, le graveur Lemaître, les Anglais Fox Talbot et Francis Bauer, c'est-à-dire par tous ceux qui ont été mêlés aux débats provoqués par la découverte et la divulgation de la photographie de 1822 à 1839. L'ensemble comprend 188 pièces couvrant 344 pages de texte. Il est permis de déduire des fragments publiés par Yermilof que les lettres découvertes préciseront bien des détails de l'invention de la photographie que nous ignorons jusqu'ici, notamment la part qui incombe dans la découverte du procédé définitif à chacun des deux associés Niepce et Daguerre. Nous connaîtrons aussi les négociations, puis les discussions qui eurent lieu entre Daguerre et le fils de Niepce au moment de l'acquisition du secret de la photographie par le Gouvernement français en 1839.

L'origine de ce dossier a été aussi nettement déterminée.

Ayant reçu communication par les descendants de Niepce, il y a une dizaine d'années, de leurs archives de famille, j'avais relevé au bas d'un Mémoire, rédigé par l'inventeur de la photographie, cette note de la main de son fils : « Le 4 septembre, donné copie à M. de Hamel ».

Cette remarque, publiée dans mon Ouvrage : *Histoire de la découverte de la Photographie* (Montel, éditeur, Paris, 1925), semble avoir servi de point de départ à Yermilof dans ses recherches. Ce savant a en effet retrouvé parmi les manuscrits de Pétersbourg la copie de ce Mémoire avec la mention : Copié sur l'original écrit par mon père, Isidore Niepce. Il y a trouvé aussi un exemplaire de la brochure « Historique de la découverte improprement nommée Daguerréotype », que Niepce le fils publia fin 1839 contre Daguerre.

Niepce adresse son ouvrage à Hamel en se disant son serviteur et ami. Yermilof enfin a établi que la liasse de manuscrits précitée a été donnée en 1875 par un neveu de Hamel à l'Académie des Sciences de Pétersbourg comme faisant partie des papiers laissés par son oncle. Il n'y a donc pas de doute que la collection trouvée à Leningrad est un dossier constitué par Isidore Niepce pour établir les droits méconnus de son père dans l'invention du daguerréotype lors de la divulgation de ce procédé en août 1839.

Niepce a remis ce dossier à l'Académicien russe Hamel en qui il espérait trouver un défenseur. Hamel (1788-1862), médecin et savant, membre de l'Académie des Sciences russe, s'intéressait surtout aux applications de la science à l'industrie. Grand voyageur, il était lié avec la plupart des savants notables d'Europe qu'il avait connus dans ses nombreux déplacements. On a la preuve qu'il était à Paris dans l'été de 1839, attiré comme tant d'autres savants par l'annonce que le gouvernement français avait résolu de rendre public le secret de la photographie. Hamel vit Daguerre, assista à ses démonstrations, en reçut des épreuves. Mais il écouta aussi les plaintes et les réclamations du fils de Niepce qui lui donna les lettres et les notes énumérées ci-dessus. Rentré en Russie, il fit devant l'Académie des Sciences russe une communication sur le daguerréotype (*Bulletin de l'Académie Impériale des Sciences de Pétersbourg*, 6, p. 317) comme il en fut fait alors à peu près devant toutes les Académies du monde.

Mais il garda le dossier sans jamais en faire usage. Lui mort, ses papiers furent conservés encore treize ans par son neveu avant qu'il en fît don à l'Académie des Sciences. Et après qu'ils furent entrés dans les archives, ces manuscrits demeurèrent encore pendant cinquante-trois ans ignorés.

THÉORIE DES VECTEURS. — *Sur les tenseurs fondamentaux d'une congruence rectiligne*. Note de M. **J. Doubnoff**, présentée par M. Émile Borel.

1. L'analyse tensorielle, complétée par l'emploi des tenseurs à composantes vectorielles, permet de simplifier et de systématiser les théories actuelles (de Kummer, Sannia) et d'obtenir des résultats nouveaux.

Soient $\vec{a}(u^1, u^2)$ le vecteur unitaire de la droite (u^1, u^2) de la congruence C; $\vec{a}^\star(u^1, u^2)$ le moment du vecteur $\vec{a}$ par rapport au point O. En désignant les dérivations par rapport à u^1 et u^2 par les indices 1 et 2 respectivement, posons

$$g_{ij} = \vec{a}_i \vec{a}_j, \qquad l_{ij} = \vec{a}\,\vec{a}_i \vec{a}_j, \qquad \beta_i = \vec{a}^\star \vec{a}_i.$$

Le système « congruence (C) + point (O) » est bien déterminé à un déplacement près, si l'on se donne le tenseur symétrique g_{ij} de courbure égale à 1 et un tenseur arbitraire β_i. Pour qu'on puisse faire abstraction du point O, on considère la partie symétrique du tenseur $\beta_{i|j}$ (le trait vertical est un signe de dérivation tensorielle qu'on effectue selon le tenseur g_{ij}; dans la suite on relève et abaisse les indices selon le même tenseur) :

$$b_{ij} = \beta_{(i|j)} = \frac{1}{2}(\beta_{i|j} + \beta_{j|i}).$$

Si l'on se donne dans le domaine binaire (u^1, u^2) deux tenseurs symétriques : 1° le tenseur g_{ij} de courbure 1 et 2° le tenseur b_{ij} vérifiant la condition $l^{ij} l^{\alpha\beta} b_{j\alpha|\beta i} = g^{\alpha\beta} b_{\alpha\beta}$, la congruence est bien définie à un déplacement près. Les tenseurs g_{ij}, b_{ij} permettent de former les invariants $h = g^{\alpha\beta} b_{\alpha\beta}$ (paramètre moyen), $k = \frac{1}{2} l^{ij} l^{\alpha\beta} b_{i\alpha} b_{j\beta}$ (paramètre total).

Considérons la surface S qui rencontre la droite (u^1, u^2) de la congruence au point $\vec{r}(u^1, u^2)$ et soit $c^\star_{ij} = \vec{a}_i \vec{r}_j$. Le système « congruence (c) + surface (S) » est défini à un déplacement près par la connaissance du tenseur symétrique g_{ij} de courbure 1 et du tenseur $c^\star_{ij}$ vérifiant l'égalité

$$g^{ij} l^{\alpha\beta} c^\star_{j\alpha|\beta i} = l^{\alpha\beta} c^\star_{\alpha\beta}.$$

Si l'on donne au lieu du tenseur $c^\star_{ij}$ sa partie symétrique $c_{ij} = c^\star_{(i|j)}$, il correspond à chaque solution φ de l'équation $\Delta_2 \varphi + 2\varphi = g^{ij} l^{\alpha\beta} c_{j\alpha|\beta i}$ un système « congruence + surface » $(h = -2\varphi)$.

Les tenseurs g_{ij}, b_{ij} sont fondamentaux dans la théorie de Sannia; dans celle de Kummer ce sont les tenseurs g_{ij}, c^*_{ij} (ou c_{ij}).

2. Chaque congruence (qui n'est pas elliptique dans le domaine réel) peut être considérée comme formée par les tangentes à ∞^1 courbes (caustiques) situées sur la surface F. On a les relations

$$h = \frac{\frac{1}{\rho_g}}{\frac{1}{\rho_g}\frac{1}{\tau_g} - \frac{1}{\rho_n}\frac{1}{\rho^*_g}}, \qquad 2\sqrt{-k} = \frac{\frac{1}{\rho_n}}{\frac{1}{\rho_g}\frac{1}{\tau_g} - \frac{1}{\rho_n}\frac{1}{\rho^*_g}},$$

$$\mathcal{K} = \frac{1}{\tau_g}\frac{d}{ds}\operatorname{arc\,tang}\frac{h}{2\sqrt{-k}} + \frac{1}{\rho_n}\frac{d}{ds^*}\operatorname{arc\,tang}\frac{h}{2\sqrt{-k}} - \frac{1 + 2\frac{d}{ds}\sqrt{-k}}{h^2 - 4k},$$

où $\frac{1}{\rho_g}$, $\frac{1}{\rho_n}$, $\frac{1}{\tau_g}$ sont respectivement la courbure géodésique, la courbure normale et la torsion géodésique de la caustique; $\frac{1}{\rho^*_g}$ est la courbure géodésique de la trajectoire orthogonale de la famille des caustiques; $\mathcal{K}$ la courbure totale de la surface F; les symboles $\frac{d}{ds}$ et $\frac{d}{ds^*}$ désignent respectivement les dérivations selon les arcs de la caustique et de la trajectoire orthogonale.

3. On peut poser le problème de trouver la caractéristique tensorielle pour certaines classes spéciales de congruences, c'est-à-dire le problème de trouver les conditions supplémentaires, qu'on doit imposer aux tenseurs g_{ij}, b_{ij} et qui soient nécessaires et suffisantes pour que la congruence appartienne à une classe donnée. Il est utile de considérer dans ce but le tenseur

$$T_i = l^{\alpha\beta} l^{\mu\nu} b_{i\alpha} b_{\beta\mu,\nu}.$$

Une large classe de congruences est caractérisée par la propriété du tenseur T_i d'être gradient ($T_{i|j} = T_{j|i}$); c'est la classe des congruences pour lesquelles il correspond aux surfaces développables un réseau conjugué sur l'enveloppe moyenne de la congruence. Nous allons les nommer « congruences généralisées de Guichard-Petot »; cette classe renferme, comme cas particuliers :

a. La congruence (Guichard-Petot) des normales à la surface minimale ($T_i = 0$, $b_{ij|k} = b_{ik|j}$);

b. La congruence des droites qui joignent les points de deux courbes $\left(T_i = \frac{1}{2}\frac{\partial k}{\partial u^i}\right)$;

c. La congruence de Guichard (et, comme cas particulier, la congruence

isotrope), pour laquelle il correspond aux surfaces développables un réseau de Tchebichef sur la sphère de rayon 1 $\left(T_i = -\frac{1}{2}\frac{\partial k}{\partial u_i}\right)$;

d. La congruence d'Appell-Bianchi pour laquelle l'enveloppée moyenne se réduit à un point $\left(\right.$le tenseur β_i est gradient, $\beta_i = \frac{\partial \omega}{\partial u_i}$, $T_i = \frac{1}{2}\frac{\partial}{\partial u_i}\Delta\omega$; la caractéristique tensorielle complète de cette classe s'exprime par l'égalité $b^{\alpha}_{[\alpha[k]l} + b_{kl} = 0\left.\right)$.

Une autre classe importante, celle des congruences de Ribaucour, est caractérisée par ce fait que le tenseur T_i devient gradient après avoir été multiplié par $\frac{1}{k}$.

4. La méthode s'applique sans difficulté à la théorie générale des complexes rectilignes et conduit à des résultats, dont la partie principale a été obtenue par Sannia. Les tenseurs fondamentaux du complexe appartiennent encore au domaine binaire (u^1, u^2), mais ce cas diffère du précédent parce que les tenseurs β_i et $b_{ij} = \beta_{(i/j)}$ dépendent d'un paramètre complémentaire (w) ainsi que le nouveau tenseur fondamental $\mu_i = \frac{\partial \beta_i}{\partial w}$. Quand on se donne : 1° le tenseur symétrique $g_{ij}(u^1, u^2)$ de courbure 1 et 2° un tenseur arbitraire $\beta_i(u^1, u^2, w)$, le système « complexe + point » est défini à un déplacement près. Quand on se donne 1° le tenseur symétrique $g_{ij}(u^1, u^2)$ de courbure 1; 2° le tenseur symétrique $b_{ij}) u^1, u^2, w)$ vérifiant la condition $l^{\alpha\beta} l^{\mu\nu} b_{\mu\beta\,\nu\alpha} = g^{\alpha\beta} b_{\alpha\beta}$ et 3° le tenseur $\mu_i(u^1, u^2, w)$ vérifiant l'égalité $\mu_{(i\,j)} = \frac{\partial b_{ij}}{\partial w}$, le complexe est défini à un déplacement près.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les points de Peano des équations $y' = f$ pour lesquelles l'unicité de la solution est assurée d'un côté.* Note de Mlle **Marie Charpentier**.

Les belles recherches de M. Lavrentieff [1] ont montré que les points de Peano d'une équation $y' = f(x, y)$ où f n'est supposée que continue, peuvent couvrir un domaine. Il est donc inutile de chercher dans le cas général une loi de raréfaction des points de Peano; mais cette loi peut exister si la généralité de f est un peu restreinte; c'est ainsi que j'ai examiné

[1] *Mathematische Zeitschrift*, 23, 1925, p. 197.

le cas où, pour tout un domaine, l'unicité de l'intégrale issue d'un point est réalisée d'un côté déterminé, à droite par exemple, grâce à l'une des nombreuses conditions proposées dans ce but [ce qui, en tout cas, a lieu pour $f(x, y)$ non croissante en y]. Je me propose de résumer les résultats que j'ai obtenus alors, sur l'ensemble des points de Peano.

Par suite de notre hypothèse l'ensemble $\mathcal{H}(P)$ [1] des intégrales issues de P se réduit à une courbe unique du côté droit. *Donc deux courbes intégrales issues de points distincts d'une verticale ne peuvent se rencontrer à sa gauche.*

Du lemme :

a. Si P est un point de Peano, $\mathcal{H}(P)$ est discontinue en P sur la verticale de P.

Je déduis :

Théorème I. — *L'ensemble des points de Peano est dénombrable sur toute verticale.*

Il importe de noter que l'ensemble obtenu en ajoutant aux points de Peano tout point possédant à sa gauche, dans $\mathcal{R}$, sur l'intégrale qu'il détermine, un point de Peano est encore dénombrable sur une verticale, par conséquent l'ensemble des points déterminant une intégrale unique dans toute la région $\mathcal{R}$ est partout dense.

a. Toute *ligne de Peano* [courbe $y = \varphi(x)$, formée exclusivement de points de Peano] appartient à gauche d'un de ses points P à la gerbe d'émission issue de ce point.

Théorème II. — *Toute ligne de Peano est une intégrale.*

a. L'existence d'un point de Peano P′ sur une intégrale $\mathcal{J}$ issue d'un point P d'une ligne de Peano $\mathcal{J}$ entraîne sur $\mathcal{J}$ la discontinuité de $\mathcal{H}(P)$ en P.

Théorème III. — *Une ligne de Peano rencontre au plus une infinité dénombrable de lignes de Peano.*

D'autre part, appelons surf. $\mathcal{H}(P)$, la surface fermée comprise entre $\mathcal{M}(P)$ et $m(P)$ et appartenant à $\mathcal{R}$.

Si surf. $\mathcal{H}(P) = 0$, P n'est certainement pas un point de Peano; mais si surf. $\mathcal{H}(P) > 0$ on ne peut rien affirmer sur la nature de P.

Mon théorème de semi-continuité de $\mathcal{H}(P)$ [2] entraîne :

---

(1) *Comptes rendus*, **191**, 1930, p. 509; **192**, 1931, p. 139.

(2) *Bulletin des Sciences mathématiques*, **54**, juillet 1930, p. 203.

Théorème IV. — *L'ensemble des points de $\mathcal{R}$ où surf. $\mathcal{H}(P) \geqq \sigma$ est fermé.*

En appliquant IV aux équations considérées plus haut il vient (conséquence de I) :

a. L'ensemble des points où surf. $\mathcal{H}(P) \geqq \sigma$ est non dense.

Théorème V. — *L'ensemble des points où surf. $\mathcal{H}(P) > 0$ est de première catégorie.*

Cet ensemble contenant tous les points de Peano, il vient :

Théorème. — *L'ensemble des points de Peano de l'équation $y' = f$, où l'unicité est assurée d'un côté fixe dans toute la région $\mathcal{R}$, est de première catégorie dans $\mathcal{R}$ et dénombrable sur toute verticale.*

HYDRODYNAMIQUE. — *Sur le mouvement commençant d'une masse liquide.* Note de M. **Georges Bouligand**.

1. Soit $\vec{V}$ le champ de vitesses initiales, supposé de divergence nulle. La *dissémination totale* exige [1]

$$\vec{V}.\Delta\vec{V} - \Delta\frac{\overline{V}^2}{2} + \overline{\text{rot}}^2\,\vec{V} > 0. \tag{1}$$

Dans le mouvement à l'état de continuité hydrodynamique, si la densité égale l'unité, le premier membre de (1) est le laplacien de la pression. D'où une interprétation du vecteur

$$\overrightarrow{\text{grad}}\,p = \vec{F}_e - \vec{J} \tag{2}$$

($\vec{F}_e$ étant la force extérieure par unité de masse). Sa divergence est la dérivée seconde initiale du jacobien de la transformation $\tau(M)$ que réaliserait la dissémination totale si elle se produisait, en dépit de l'incompressibilité. On relie ainsi, par l'intermédiaire de Δp, l'idée de pression, à celle de la contraction qui se produirait dans le mouvement des molécules regardées comme libres, et il faut remarquer que l'interprétation obtenue de la sorte subsiste pour un liquide visqueux à la Navier.

2. Il existe pour un liquide, à partir d'un champ initial $\vec{V}$ convenable, des mouvements (μ) intermédiaires entre l'état de continuité hydrodynamique

---

[1] Bouligand, *Cavitations naissantes dans un liquide pesant* (*Comptes rendus*, **192**, 1931, p. 35-36).

et l'état de dissémination totale. Soit par exemple, dans un tube cylindrique de révolution indéfini, une masse liquide emplissant la partie du tube entre deux sections droites et animée d'une rotation d'ensemble autour de l'axe du tube. En l'absence de paroi autre que celle du tube, suivons la chute du liquide. Par rapport à un système en chute libre, le problème se simplifie. On montre que la répartition des pressions, propre à l'état de continuité hydrodynamique, introduirait dès l'origine des pressions négatives. En fait, les diverses sections droites, en l'absence de forces extérieures dans le système de référence adopté, se mouvront indépendamment : l'autonomie des sections droites fait donc place à celle des particules, réalisée dans le cas de la dissémination totale.

3. Par suite de l'existence des mouvements (μ), ma Note citée appelle des compléments : aux points intérieurs de l'ensemble de scission, on n'a pas forcément $p = 0$; à l'équation (2) se substitue alors une équation

$$(2') \qquad \vec{\Pi} = \vec{F}_e - \vec{J}$$

où $\operatorname{div} \vec{\Pi}$ est la dérivée seconde initiale du jacobien de la transformation $\tau(M)$. Pour assurer, en cas de mouvement irrotationnel, la propriété pour l'ensemble de scission d'être dépourvu de points intérieurs, il suffit d'admettre qu'entre le premier membre Δp (alors négatif) de (1) et $\operatorname{div} \vec{\Pi}$ existe la relation

$$\Delta p < \operatorname{div} \Pi$$

ou encore que la contraction produite par la dissémination totale à partir de conditions initiales entretenant la continuité hydrodynamique l'emporte sur la contraction produite par la dissémination totale à partir de conditions initiales propres à réaliser un mouvement (μ).

ASTRONOMIE. — *Formule précise et simple pour l'identification des petites planètes.* Note [1] de M. **Benjamin Jekhowsky**, présentée par M. Ernest Esclangon.

Prenons les expressions qui résultent des équations (3) et (4) de ma Note précédente [2] et qui déterminent les variations de l'ascension droite

(1) Séance du 9 février 1931.
(2) *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 458.

et de la déclinaison d'une petite planète en fonction des variations $d\rho$, dr et dv (de sa distance géocentrique ρ, de sa distance héliocentrique r et de son anomalie vraie v), en écrivant

$$(1)\quad \begin{cases} \rho\cos^2\delta\, d\alpha = [(f_2\lambda_1 - f_1\lambda_2)\,dr + (g_2\lambda_1 - g_1\lambda_2)\,dv], \\ \rho\cos\delta\, d\delta = [f_3\,dr + g_3\,dv + \lambda_3\,d\rho] \end{cases}$$

où, comme nous l'avons montré, les trois corrections $d\rho$, dr et dv sont reliées par la relation

$$(2)\qquad d\rho = (f_1\lambda_1 + f_2\lambda_2 + f_3\lambda_3)\,dr + (g_1\lambda_1 + g_2\lambda_2 + g_3\lambda_3)\,dv.$$

Si maintenant, on considère les constantes a_1, b_1, A_1, B_1 définies dans ma précédente Note (¹), on trouve facilement que

$$(3)\quad \begin{cases} f_1\lambda_1 + f_2\lambda_2 + f_3\lambda_3 = \sin a_1 \sin(v + A_1); \\ g_1\lambda_1 + g_2\lambda_2 + g_3\lambda_3 = r\sin a_1 \cos(v + A_1); \\ f_2\lambda_1 - f_1\lambda_2 = \sin b_1 \sin(v + B_1)\cos\delta; \\ g_2\lambda_1 - g_1\lambda_2 = r\sin b_1 \cos(v + B_1)\cos\delta; \end{cases}$$

de sorte qu'avec (2) et (3) les relations (1) deviennent

$$(4)\quad \begin{cases} \rho\cos\delta\, d\alpha = \sin b_1[\sin(v + B_1)\,dr + r\cos(v + B_1)\,dv], \\ \rho\cos\delta\, d\delta = \sin c\,[\sin(v + C)\,dr + r\cos(v + C)\,dv] \\ \qquad\qquad - \sin a_1[\sin(v + A_1)\,dr + r\cos(v + A_1)\,dv]. \end{cases}$$

En remplaçant dans ces expressions la variation de la distance héliocentrique r par sa valeur

$$dr = \frac{r^2}{p}\sin\varphi \sin v\, dv,$$

φ étant l'angle de l'excentricité et p étant le paramètre de l'orbite de la planète, puis en remarquant que la dérivée de la coordonnée z s'exprime par la formule

$$(5)\qquad z' = \frac{\sin c}{\sqrt{p}}[\cos(v + C) + \sin\varphi \cos C],$$

et que nous pouvons écrire des formules toutes semblables pour les dérivées $\overline{x}'$, $\overline{y}'$ des projections des coordonnées x et y de l'astre sur les axes choisis (¹),

$$(6)\quad \begin{cases} \overline{x}' = \dfrac{\sin a_1}{\sqrt{p}}[\cos(v + A_1) + \sin\varphi \cos A_1], \\ \overline{y}' = \dfrac{\sin b_1}{\sqrt{p}}[\cos(v + B_1) + \sin\varphi \cos B_1] \end{cases}$$

(¹) *Comptes rendus*, 192, 1931, p. 277.

il vient après toutes réductions faites

$$(7)\qquad \begin{cases} \rho\cos\delta\,d\alpha = \dfrac{r^2}{p}\bar{y}'\,dv, \\ \rho\cos\delta\,d\delta = \dfrac{r^2}{p}(z' - \bar{x}'\sin\delta)\,dv. \end{cases}$$

D'où, après division, on a en minutes d'arc

$$(8)\qquad j = \frac{d\delta}{d\alpha} = \frac{15'(z' - \bar{x}'\sin\delta)}{\bar{y}'}.$$

Étant donné que la transformation des constantes de Gauss a, b, A, B, en constantes analogues a_1, b_1, A_1, B_1, ainsi que la détermination des quantités $\bar{x}'$, $\bar{y}'$, z' ne demandent pas des calculs compliqués, la formule (8) est probablement la plus simple de toutes les formules du même genre indiquées jusqu'à présent.

Elle permet à chaque instant avec une seule observation de la planète, en tenant compte et de la variation $d\rho$ et de la variation dr, de calculer exactement la valeur de la quantité j, si importante pour l'identification des petites planètes.

PHOTOMÉTRIE. — *Propriétés photométriques des surfaces diffusantes rugueuses.* Note de MM. **J. Dourgnon** et **P. Waguet**, présentée par M. Charles Fabry.

1. Soit une surface diffusante opaque S, de forme quelconque, limitée par une courbe C, plane ou gauche, et désignons par ρ son facteur de réflexion. Le flux lumineux F que reçoit la surface S et le flux lumineux F′ qu'elle réfléchit sont proportionnels au flux lumineux f qui lui est envoyé par des sources extérieures. Soient ξ et ξ' les facteurs de proportionnalité, on a

$$(1)\qquad F = \xi f,$$

$$(2)\qquad F' = \rho\xi' f.$$

Nous proposons d'appeler ξ le *facteur de correction interne dû à la courbure de la surface* et ξ' *le facteur de correction externe dû à la courbure de la surface*. Le produit $\rho\xi'$ peut s'appeler le *rendement de la réflexion* sur la surface considérée.

Si la surface S est plane ou convexe, ξ et ξ' sont égaux à 1; si la surface S est concave, ξ est supérieur à 1 et ξ' est inférieur à 1.

En exprimant l'équilibre lumineux sur la surface, on déduit entre ξ et ξ' la relation

$$(1-\rho)\xi + \rho\xi' = 1. \tag{3}$$

Dans le cas particulier où la surface concave, d'aire S, est limitée par une courbe plane, d'aire Σ, et où l'éclairement résultant est uniforme, on trouve, en admettant que la réflexion suit la loi de Lambert,

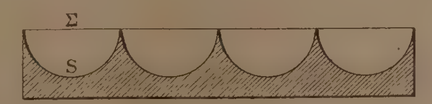
$$\xi = \frac{1}{1-\rho\left(1-\frac{\Sigma}{S}\right)}, \tag{4}$$

$$\xi' = \frac{\frac{\Sigma}{S}}{1-\rho\left(1-\frac{\Sigma}{S}\right)}. \tag{5}$$

II. On sait que, quand les irrégularités d'une surface sont grandes par rapport à la longueur d'onde, mais sont cependant assez petites pour être invisibles à l'œil, la réflexion est diffuse et la surface est *lisse*. Mais les irrégularités peuvent être telles qu'elles soient nettement visibles à l'œil, la surface est alors *rugueuse*.

On peut donner une représentation de ce genre de surface en imaginant un tissu serré que l'on plisserait. Le facteur de réflexion du tissu devra être mesuré sur un échantillon plan et uni. Si l'on fait une mesure sur le tissu plissé, on n'obtient plus directement le facteur de réflexion, mais une grandeur plus petite qui dépend à la fois du facteur de réflexion et de la forme géométrique du tissu. On peut appeler cette grandeur le rendement de la réflexion sur la surface plissée.

Il ne faut pas songer à pouvoir mettre en équation le phénomène général qui se passe quand un faisceau lumineux tombe sur une surface de ce genre. Mais il est un cas particulier où le calcul est possible, c'est celui d'une sur-



face mate et plane présentant des irrégularités telles que celles représentées sur la figure et éclairée de telle sorte que l'éclairement soit le même en tous les points des cavités.

La formule (5) s'applique, ξ' désignant alors le facteur de correction dû aux *irrégularités* de la surface.

Dans le cas général cette formule ne s'applique pas, mais on peut admettre que, pour un même type d'éclairage incident et une même nature de surface (le pigment étant seul différent), le facteur de correction varie en fonction du facteur de réflexion suivant une loi telle que

$$\xi' = \frac{A}{1 - B\rho}, \tag{6}$$

A et B étant deux constantes purement géométriques à déterminer empiriquement et de la connaissance desquelles on pourrait déduire *a priori* l'effet d'un pigment déterminé sur un enduit défini appliqué d'une façon également définie (pochage, gaufrage, etc.).

III. Dans un but de vérification, nous avons réalisé un certain nombre d'échantillons diffusants de facteurs de réflexion différents en incorporant, en plus ou moins grande quantité, du noir de fumée dans du plâtre à modeler. Une cavité hémisphérique de 5^{mm} de diamètre était soigneusement creusée dans chaque échantillon.

Pour remplir la condition de l'égalité de l'éclairement en tous les points de la cavité, l'échantillon était placé au centre d'une sphère de brillance uniforme, de façon à être éclairé par de la lumière parfaitement diffusée [1]. En outre, nous nous assurions que la brillance de la portion plane et la brillance de la portion hémisphérique de l'échantillon étaient sensiblement indépendantes de l'angle d'observation.

Le tableau donne les résultats de l'expérience et du calcul.

Échantillon.	Facteur de réflexion.	Rendement de la réflexion calculé.	Rendement de la réflexion mesuré.
1	0,840	0,725	0,736
2	0,745	0,595	0,622
3	0,515	0,347	0,355
4	0,385	0,239	0,250
5	0,190	0,105	0,106

Étant données les difficultés que nous avons rencontrées pour réaliser dans du plâtre des cavités parfaitement hémisphériques, on peut conclure des nombres précédents que l'accord (à moins de 4 pour 100) entre les résultats du calcul et ceux de l'expérience est très satisfaisant.

---

[1] Nous avons utilisé un lumenmètre diffusant de 50^{cm} de diamètre.

ÉLECTRO-OPTIQUE. — *Décharges de haute fréquence dans l'azote en présence du mercure*. Note de M. R. **Zouckermann**, présentée par M. A. Cotton.

J'ai comparé les spectres de l'azote obtenus en présence du mercure pour des fréquences du courant d'excitation de $3.10^7 (\lambda = 10^m)$ et $\frac{1}{19} \cdot 10^7$ $(\lambda = 570^m)$. Le gaz contenu dans le tube avait une pression de $0^{mm},4$ environ. Le tube à décharges, en silice fondue transparente, avait une longueur totale de 13^{cm} et un diamètre de 3^{cm}, sauf en son milieu, où, sur une longueur de 3^{cm}, le diamètre était de $0^{cm},8$.

A ses extrémités étaient soudées des fenêtres de quartz transparentes. Le tube était réuni, par l'intermédiaire d'un rodage au mercure, à une canalisation à vide sur laquelle était branchée une jauge de Mac-Leod. Le vide était produit par une pompe à huile et une pompe à vapeur de mercure. L'azote pur, préparé par l'azothydrate de sodium, après avoir été desséché à l'acide sulfurique, était recueilli sur le mercure dans un tube manométrique relié à la canalisation par l'intermédiaire de deux robinets en série. On chauffait longuement le tube au rouge, sous le vide avant l'introduction du gaz. Deux bagues de papier d'étain, enroulées aux extrémités du tube, formaient les électrodes extérieures. Elles constituaient un petit condensateur faisant partie d'un circuit oscillant. Pour $\lambda = 570^m$ on ajoutait en parallèle un petit condensateur variable permettant l'accord. Pour $\lambda = 10^m$ l'accord se faisait en agissant sur la self, constituée par des tubes de laiton coulissant. On accordait le circuit oscillant avec un générateur de courant haute fréquence, genre Mesny, constitué par deux lampes Sila de 250 watts, à électrodes isolées au quartz. Le chauffage, le potentiel de plaque, et le couplage avec le circuit du tube à décharges étant réglables, on pouvait faire varier dans de larges limites le potentiel aux bornes du tube. Ce potentiel, mesuré au moyen d'un petit électromètre Bjernkes-Gutton (1), sans capacité notable, était très constant pendant la durée d'une expérience.

On pouvait également avoir une idée de l'intensité du courant en employant un fil thermique fin, aussi éloigné que possible de toute matière tant conductrice qu'isolante.

L'examen du tube se faisait à l'aide d'un spectrographe à réseau (dispersion de 14,7 angst/mm) et d'un spectrographe Hilger à optique de quartz. Le domaine étudié s'étendait de 2300 à 4800 angströms environ. Les spectres observés comportaient principalement les bandes de N_2, N_2^+, et CN, et de nombreuses raies de Hg_1. Quand le tube avait fonctionné longtemps, on observait également quelques raies ultimes de Si (surtout 2516,2 Å). En aucun cas je n'ai observé de raies de l'atome N.

(1) C. Gutton, *Radiotechnique générale*.

Parmi les bandes négatives, celles qui correspondent à de faibles valeurs des nombres quantiques d'oscillation (0, 1, 2) étaient intenses pour $\lambda = 570^m$. Les plus intenses de beaucoup étaient 3914 ($^0/_0$) et 4278 ($^0/_1$). Ces bandes étaient très affaiblies ou tout à fait invisibles pour $\lambda = 10^m$. Les bandes négatives de nombres quantiques plus élevés (2, 3, 4, 5) étaient toujours faibles, mais elles avaient le même aspect pour $\lambda = 10^m$ et $\lambda = 570^m$.

Au contraire les bandes positives sont toujours intenses, mais présentent un peu plus de détails et sont aussi plus fortes dans le cas de $\lambda = 10^m$.

Les raies du mercure Hg_1 ne se comportent pas toutes de la même manière. Un certain nombre d'entre elles (en général des raies $P \rightarrow S$) ne présentent pas de changement visible. D'autres (en général des raies $P \rightarrow D$) sont nettement plus intenses pour $\lambda = 10^m$; c'est le cas de

2534,8 $2^3P_0 - 4^3D_1$, 2482,7 $2^3P_1 - 4^3D_1$, 2483,8 $2^3P_1 - 5^7D_2$,
2399,7 $2^3P_1 - 6^3D_1$; 2639,9 $2^3P_2 - 7^3D_{1,2}$.

Rossignol [1] avait constaté ces mêmes variations avec la fréquence de l'excitation dans le cas de l'étincelle.

Il ne semble pas possible de relier les observations faites pour Hg_1 et N_2^+. En effet Fraine et Montganerry [2], comparant les spectres de Hg_1, obtenus à la pression atmosphérique et en courant continu et ceux obtenus à la pression 10^{-3} mm de Hg et en haute fréquence ($\lambda = 3^m$), ont constaté ces mêmes variations que je viens de signaler. Or ces auteurs n'opéraient pas en présence d'azote.

Il semble utile de signaler, pour l'interprétation des faits observés, que Langmuir [3], pour expliquer de remarquables anomalies dans la répartition des vitesses des électrons dans un gaz, puis Gutton [4] pour rendre compte des anomalies du potentiel explosif dans les gaz, à très haute fréquence, ont imaginé que les ions positifs, à ces fréquences, avaient des amplitudes très petites, à cause de leur inertie. De son côté, Brasefield [5] a montré que les vitesses des électrons dans ces conditions d'excitation étaient insuffisantes pour rendre compte des spectres observés.

D'autre part il semble très probable que les bandes de N_2^+ sont dues à

---

(1) Rossignol, *Comptes rendus*, 185, 1927, p. 1273.
(2) Fraine et Montganerry, *Phys. Rev.*, 33, 1929, p. 549.
(3) Fonks et Langmuir, *Phys. Rev.*, 33, 1929, p. 195.
(4) Voir par exemple H. Gutton, *Ann. de Phys.*, 13, 1930, p. 62.
(5) Brasefield, *Phys. Rev.*, 37, 1931, p. 84.

des chocs de deuxième espèce : Merton et Pilley [1] en effet les obtiennent avec beaucoup d'intensité dans une atmosphère de He contenant des traces d'azote.

Dans ces conditions, on comprendrait que les hautes fréquences, en diminuant le nombre des chocs de deuxième espèce, affaiblissent les bandes de N_2^+.

PHOTO-ÉLECTRICITÉ. — *La surface caractéristique $i = f(F, V)$ d'une cellule photo-électrique à atmosphère gazeuse.* Note [2] de M. **G.-A. Boutry**, présentée par M. Ch. Fabry.

Une cellule photo-électrique éclairée par une lumière de composition spectrale déterminée débite un courant i qui dépend du flux lumineux F incident, de la tension V appliquée au circuit et de la résistance R en série avec la cellule.

Nous avons construit [3] la surface caractéristique $i = f(F, V)$ d'une cellule S. C. A. D. (hémisphérique, à anode filiforme et cathode en potassium épais sensibilisé par décharge dans l'hydrogène), en série avec une résistance R de 500000 ohms. On peut y distinguer six régions :

Région 1. — Le début des caractéristiques à flux variable tracées sous bas voltage est à peu près rectiligne. Pour des différences de potentiel plus élevées, le courant croît un peu moins vite que le flux lumineux.

Région 2. — La courbure des caractéristiques change de signe : leur pente augmente rapidement avec le flux lumineux. La valeur maximum atteinte par $\frac{di}{dF}$ est d'autant plus grande que la tension appliquée est plus forte.

Dans ces deux régions, le courant est *contrôlé*, c'est-à-dire qu'il cesse avec le flux. Nous expliquerons l'allure des résultats précédents de la façon suivante :

Tant que la vitesse des électrons émis par la cathode est insuffisante pour provoquer l'ionisation par chocs, c'est-à-dire à des voltages très bas, on peut considérer que la

---

(1) Merton et Pilley, *Phil. Mag.*, 50, 1925, p. 195.

(2) Séance du 9 février 1931.

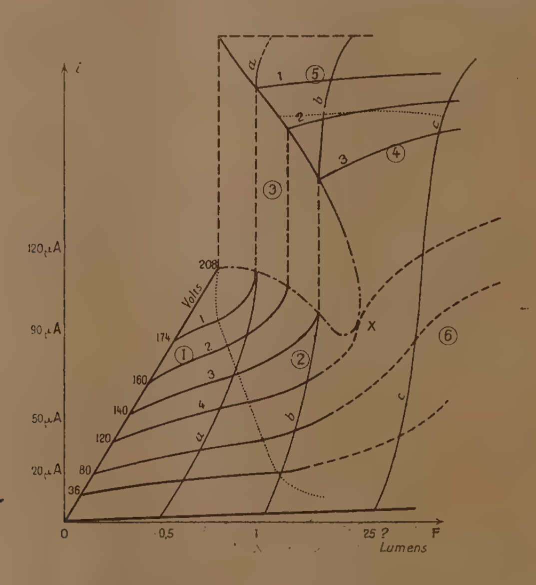
(3) On n'obtient une surface reproductible qu'à condition de ramener à zéro avant chaque mesure la d. d. p. appliquée et le flux lumineux incident. Il convient, de plus, de laisser la cellule au repos pendant des temps de l'ordre de 24 heures chaque fois que le point figuratif de son état s'est placé dans les régions 4 et 5.

densité spatiale des charges est négligeable en tout point. Dans ces conditions, le rapport du nombre des électrons qui atteignent l'anode au nombre de ceux émis pendant le même temps est indépendant de ce dernier. Les courants reçus sont alors proportionnels aux flux lumineux.

Sous des tensions plus élevées, l'ionisation par chocs se produit. Si r est le *taux d'ionisation* et $N\,dt$ le nombre d'électrons émis par la cathode pendant le temps dt, nous écrirons avec M. Campbell [1] que le nombre d'ions atteignant l'anode est au plus égal à

$$N\,dt(1+r+r^2+\ldots)=\frac{N}{1-r}\,dt$$

Quand le flux appliqué n'est pas très petit, la densité spatiale des charges cesse d'être négligeable, au voisinage de l'anode. Il y a recombinaison des ions dans cette



région, et le taux de recombinaison augmente avec la densité spatiale, c'est-à-dire avec le flux incident : d'où la courbure de la région 1.

Si le flux lumineux continue à augmenter la densité spatiale au voisinage de la cathode cesse à son tour d'être négligeable. Une chute cathodique de potentiel apparaît alors, ce qui (à tension constante) augmente la vitesse moyenne des électrons, et par suite r. Cet effet est de sens contraire au précédent. Quand il devient prépondérant, c'est-à-dire pour des flux suffisants, le courant croît plus vite que le flux lumineux (région 2).

---

[1] N. R. Campbell, *Philosophical Magazine*, 3, 1927, p. 954.

Région 3. — Pour un flux lumineux d'autant plus grand que la tension appliquée est plus petite, r prend la valeur 1, et la pente des caractéristiques devient infinie. Les ions positifs produisent à leur tour l'ionisation par chocs. La surface présente une nappe à génératrices verticales dont la hauteur est limitée. En effet, le courant prenant alors des valeurs de l'ordre de 50 à 100 microampères, la chute ohmique de potentiel aux bornes de la résistance en série avec la cellule cesse d'être faible; la d. d. p. réellement appliquée à la cellule diminue, ce qui limite le courant total.

Les deux courbes tracées à la base et au sommet de la nappe 3 ([1]) se rapprochent l'une de l'autre quand on se déplace vers les grands flux et les faibles d. d. p. Elles semblent se rencontrer en un point X au delà duquel (région 6) se trouve la caractéristique à voltage variable c qui n'a nulle part de tangente verticale. Tous les points de cette région correspondent à des états stables de la cellule.

Régions 4 *et* 5. — Au-dessus de la nappe 3, et pour des d. d. p. élevées, le courant n'est plus contrôlé par le flux (région 5). Mais il existe une région 4 intermédiaire correspondant à des flux plus grands et des d. d. p. plus faibles sur laquelle les courants cessent, avec un certain retard, quand on supprime le flux.

Ce retard croît quand la d. d. p. appliquée s'élève, en sorte qne l'on passe de la région 4 à la région 5 d'une façon continue. On peut rendre compte de l'existence de cette région en remarquant que la cessation du flux provoque une diminution de la densité spatiale et de la chute cathodique. Si la vitesse des ions positifs est très voisine de la vitesse limite au-dessous de laquelle ils ne produisent plus l'ionisation, la décharge cesse quand on supprime le flux incident.

Dans les régions 3, 4 et 5, l'intensité varie en outre à partir de l'instant où l'on établit le flux excitateur. Les phénomènes observés seront décrits ultérieurement.

Ces résultats et leur interprétation ont été confirmés par l'étude d'autres cellules du même type et de types différents (Cellules Fotos).

([1]) Dans les idées de Townsend, la branche inférieure représente un régime « corona » et la branche supérieure un régime « disruptif ».

RADIOACTIVITÉ. — *Sur la nature des groupements d'atomes radioactifs.* Note de M. E. L. **Harrington**, présentée par M. Ch. Fabry.

Les nombreuses expériences décrites par Mme Curie (1), Mlle Chamié (2), Makower et Russ (3), Harrington (4) et d'autres encore, prouvent d'une manière définitive que, sous certaines conditions, il existe des groupements d'atomes radioactifs en suspension dans les gaz. Harrington et Gratias (5) ont montré que la présence de molécules polaires est importante, et même nécessaire, si l'on veut que les agglomérations croissent assez pour pouvoir être décelées par centrifugation. Enfin un travail de Jedzrejowski (6) conduit à cette conclusion que « la formation d'atomes radioactifs est facilitée par la présence des impuretés. Il paraît probable que ces groupements se forment autour des noyaux des impuretés ».

Mes expériences confirment pleinement la conclusion précédente, mais elles suggèrent d'autre part que la présence d'impuretés n'est pas essentielle, et que l'absence d'agrégats sur des lames de mica fraîchement clivées peut être expliquée de différentes manières. Avec des lames de mica exposées au radon et appliquées ensuite sur des plaques photographiques, on observe par photographie que les agrégats sont beaucoup plus nombreux au voisinage des rayures, des paillettes détachées et sur les bords, que sur les surfaces planes. Il y a deux explications possibles : 1° ou les groupements se forment au point même où on les observe ; 2° ou ils se forment, au moins dans une grande mesure, au sein du gaz, pour venir ensuite rencontrer la surface et s'y fixer. Cette seconde hypothèse est la plus acceptable pour plusieurs raisons : pour qu'un agrégat puisse se développer, il faut que le noyau soit frappé dans des conditions favorables par des atomes appropriés et convenablement orientés au moment du choc, pour former une association stable avec les atomes déjà présents dans le groupement. De tels chocs sont plus probables sur un noyau en suspension dans le gaz que sur un noyau déjà fixé à la surface du mica. Il est d'ailleurs extrêmement pro-

(1) Mme P. Curie, *Radioactivité*, Paris, Gauthier-Villars, 1910.
(2) Mlle Chamié, *Comptes rendus*, 184, 1927, p. 1243 ; 185, 1927, p. 770 et 1277.
(3) Makower and Russ, *Phil. Mag.*, 19, 1910, p. 100.
(4) Harrington, *Phil. Mag.*, 6, 1928, p. 685.
(5) Harrington et Gratias, *Phil. Mag.*, 11, 1931, p. 285.
(6) Jedzrejowski, *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 1043 et 1167.

bable que, par suite du recul, seuls les agrégats qui se seront profondément engagés dans le mica pourront y rester fixés. Évidemment des rayures, des paillettes, des impuretés adhérentes de toutes sortes, et aussi des couches de molécules polaires adsorbées et orientées favoriseront la fixation des agrégats beaucoup plus qu'une surface fraîchement clivée. Une telle hypothèse explique bien les faits observés.

L'existence de ces groupements dans les gaz a été clairement mise en évidence par Mlle Chamié [1] et par Harrington et Gratias [2]. Mlle Chamié a montré que, dans certaines conditions, de tels groupements contenaient presque exclusivement des atomes de radon. Dans les travaux de Harrington et de Harrington et Gratias, la présence des groupements a été révélée par centrifugation : après que les impuretés primitivement présentes, ou introduites à dessein dans le tube, avaient été chassées par une première centrifugation, on pouvait encore précipiter à plusieurs reprises des groupements radioactifs. Il est donc douteux que les impuretés jouent un rôle essentiel. D'autre part les expériences de Harrington et Gratias montrent que la présence de molécules polaires est nécessaire pour la formation de grosses agglomérations.

Il résulte de tout ce qui précède que les groupements d'atomes radioactifs, qui se forment dans les mélanges gazeux contenant du radon, sont constitués par des atomes radioactifs et un grand nombre de molécules polaires groupées autour du noyau. Ce noyau peut être une impureté (une poussière, par exemple); mais c'est plus généralement, sans doute, une association stable d'atomes radioactifs ionisés; on sait en effet que des ions radioactifs des deux signes sont présents dans de telles conditions. Les molécules polaires formeraient ensuite des couches orientées autour du noyau. Ces couches auraient une tension de vapeur relativement faible et posséderaient une grande stabilité, comme l'a observé Mlle Chamié. En outre le champ électrique qui émane de ces groupements favoriserait la capture ultérieure de nouveaux atomes. Cette hypothèse explique que la croissance des agrégats dépende de la richesse du gaz en atomes radioactifs et en molécules polaires, ce qu'a montré l'expérience.

---

(1) Mlle Chamié, *Journal de Physique*, 10, 1929, p. 44.

(2) *Loc. cit.*

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur quelques réactions se produisant à l'état solide.* Note [1] de Mme **Mathieu** et MM. **Mathieu** et **Paić**, présentée par M. Georges Urbain.

On sait que, si l'on broie dans un mortier du chlorure d'ammonium et de la chaux, on provoque un dégagement d'ammoniac. Dans d'autres cas, des changements de couleurs des produits permettent de suivre les réactions. C'est le cas, par exemple, de la formation de HgI^2 quand on broie de l'iode et du mercure

(I) $$Hg + I^2 = HgI^2.$$

Mais il peut sembler difficile de voir la formation de composés nouveaux par réaction entre solides quand on n'a aucun indice directement observable. Ce ne fut que lorsqu'on eut la possibilité d'identifier une phase cristalline par son rœntgenogramme que l'on put voir se faire par broyage au mortier la transformation

(II) $$ZnS \text{ wurtzite} \rightarrow ZnS \text{ blende}.$$

Au cours de diverses recherches, nous avons trouvé d'autres réactions se faisant par broyage au mortier parmi lesquelles :

(III) $$3SO^4K^2 + SO^4Na^2 \rightarrow 3SO^4K^2SO^4Na^2,$$
(IV) $$SO^4Hg + 2HgO \rightarrow SO^3 3HgO,$$
(V) $$SO^4Hg + HgI^2 \rightarrow SO^4HgI^2Hg,$$
(VI) $$CO^3(PbI)^2 \rightarrow PbI^2 + CO^3Pb,$$
(VII) $$[2SO^3 3HgO 2H^2O] + 3HgO \rightarrow 2[3HgOSO^3] + 2H^2O$$

Dans chaque cas les rœntgenogrammes identifient les phases cristallines initiales et finales. Dans le cas de la dissociation de l'iodocarbonate de plomb, la couleur jaune qui apparaît avertit de la formation de PbI^2.

D'autre part le sulfate double de Na et de K prend naissance dans une solution contenant le mélange des 2 sulfates en proportions convenables. Dans une précédente Note, l'un de nous a précisé comment on obtient le sel SO^4HgI^2Hg par l'intermédiaire d'une phase fluide [2]. Le cas de l'iodocarbonate est légèrement différent puisque dans les conditions ordinaires

(1) Séance du 9 février 1931.
(2) M. Paić, *Comptes rendus*, 191, 1930, p. 941.

c'est le sel double qui se forme en phase fluide ainsi qu'il a été montré par Mme Demassieux [1].

Nous avons cherché s'il existait une relation entre la marche de ces réactions se produisant à l'état solide et les volumes moléculaires de chacun des deux membres des réactions formulées. Le tableau suivant donne les résultats relatifs à ces valeurs :

Réactions.		Densités.	Poids mol.	Somme volume mol. 1er membre.	Somme volume mol. 2e membre.	Changement de vol. %.
I.	Hg	13,60	200,6	69,2	72,6	+4,9
	I^2	4,66	253,8			
	HgI^2	6,26	454,4			
II.	ZnS wurtzite	3,98 (G.)	97,4	24,5	24,0	−2,0
	Blende	4,06 (G.)				
III.	SO^4Na^2	2,68 (G.)	142,1	249,7	246,3	−1,4
	SO^4K^2	2,67 (G.)	523,2			
	$3K^2SO^4Na^2SO^4$	2,70 (G.)	665,3			
IV.	SO^4Hg	6,47 (J.) 6,40 (A)	296,7	81,0 (nbs de Joule)	87,7	+8,3
	HgO	11,14 (J.) 11,0 (A)	401,2	82,8 (nbs des aut.)	87,9	+6,2
	$SO^3.3HgO$	8,32 (J.) 8,31 (A)	729,9			
V.	SO^4Hg	6,71 (J.) 6,40 (A)	296,7	118,4 (nbs de Joule)	119,2	+0,68
	HgI^2	6,26 (J.) 6,17 (A)	454,4	119,9 (nbs des aut.)	119,2	−0,58
	$HgSO^4HgI^2$	6,30 (A)	751,1			
VI.	$(IPb)^2CO^3$	6,4 (A)	728,2	114	116	+1,7
	PbI^2	6,22 (F. G.)	461,0			
	$PbCO^3$	6,46	267,2			

Nota. — Les densités données sans aucune mention sont celles trouvées habituellement dans les Tables de constantes.

Les notations : (G.) Groth, *Chemische Krystallographie*;

(J.) Joule et Playfair, *Chem. Soc. Memoirs*, **2**, 1845, p. 401 (Densités mesurées à 3°,90);

(F. G.) Ferrari Giorgi, *Rend. C. Ac. Naz. Lincei*, 6e série, **10**, 1929, p. 522.

(A) valeurs trouvées dans les mesures effectuées par les auteurs (température 18° environ).

On pouvait à priori penser que les réactions provoquées par broyage au mortier seraient celles qui tendraient à diminuer le volume moléculaire du système, c'est-à-dire à accroître sa densité moyenne par suite de la pression développée dans le broyage.

---

[1] Mme Demassieux, *Comptes rendus*, **189**, 1929, p. 333 et 428; *Bull. Soc. chim. de France*, 4e série, **45**, 1929, p. 995.

A part les cas (II) et (III), il n'en est pas ainsi. Dans le cas (V) on a égalité des volumes moléculaires des deux membres. On pouvait d'ailleurs présumer que l'opération du broyage ne pouvait pas s'assimiler à l'action d'une simple pression. Il semble impossible d'appliquer à des réactions chimiques se produisant dans les conditions décrites entre solides les lois de la thermodynamique, à cause de la multiplicité des facteurs pouvant intervenir. Citons seulement le rôle de traces d'eau, la tendance plus ou moins grande qu'ont les substances à cristalliser.

Il n'est cependant pas, je crois, sans intérêt de montrer que des réactions à l'état solide peuvent très facilement se produire et que, grâce aux diagrammes de rayons X, on peut aisément les mettre en évidence.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les lois de combustion des poudres colloïdales contenant de la vaseline.* Note [1] de MM. **H. Muraour** et **G. Aunis**, présentée par M. G. Urbain.

Nous avons poursuivi l'étude de la variation de l'aire pressions-temps $\int p\,dt$ en opérant sur des poudres dans lesquelles l'abaissement de la température d'explosion du mélange nitrocellulose-nitroglycérine est obtenu non plus par addition de centralite (diéthyldiphénylurée symétrique) mais par addition de vaseline. Nous avons utilisé :

a. Une poudre du type de la cordite anglaise (éch. A 110) constitué par un mélange de coton-poudre fortement nitré et de nitroglycérine additionné de 5 pour 100 de vaseline, taux d'azote nitrique 14,13 pour 100. Étirage en brins cylindriques de $8^{mm},88$ de diamètre.

b. Une poudre d'un type particulier (éch. B 31) constituée par un mélange de coton-poudre fortement nitré et de nitroglycérine, l'abaissement de température étant obtenu par addition de 4 pour 100 de vaseline, de 4 pour 100 de centralite et de 1 pour 100 de diphénylamine.

Taux d'azote nitrique : 12,83 pour 100.

Étirage en tubes de $3^{mm},33$ d'épaisseur [2].

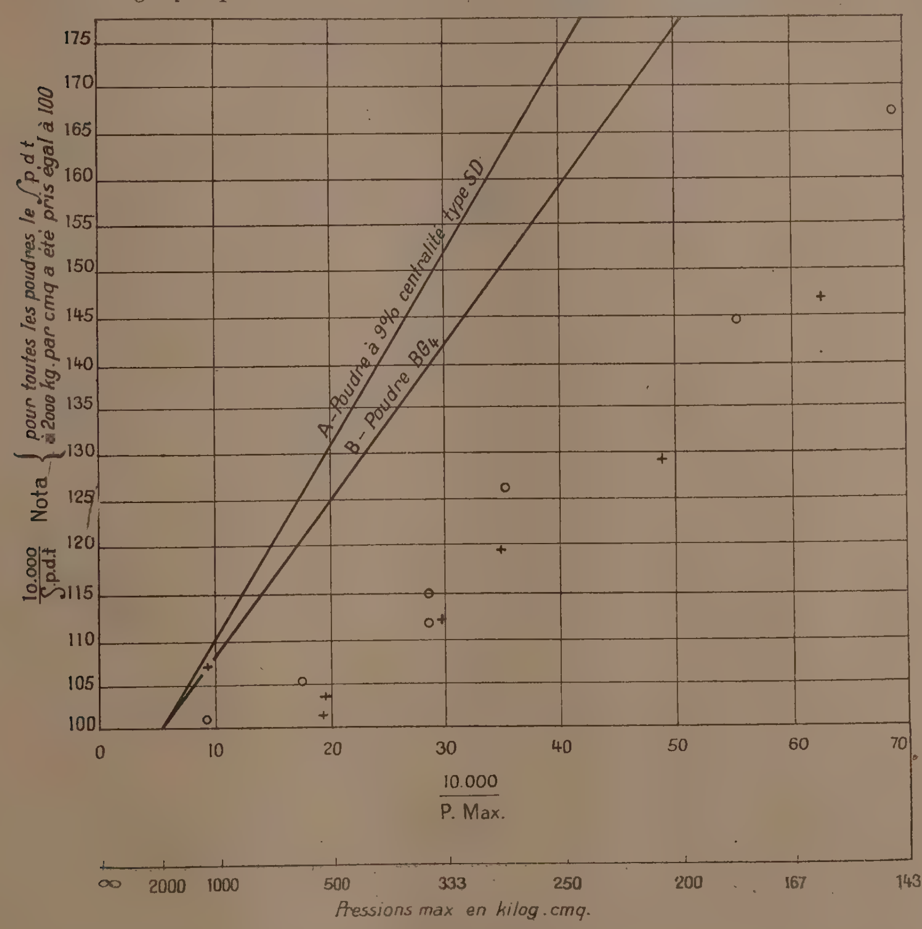
---

[1] Séance du 2 février 1931.

[2] Nous avons antérieurement montré que la loi de variation de $\int p\,dt$ avec la densité de chargement est indépendante de la forme géométrique des brins.

Le mode opératoire a été le même que celui indiqué dans nos précédentes Notes (¹).

Sur le graphique ci-dessous nous avons porté en ordonnées l'inverse de



$\int p\,dt$, en abscisses l'inverse de la pression maxima, l'inverse du $\int p\,dt$ mesuré sous la pression de 300 kg/cm^2 étant représenté par 100. Sur ce graphique le signe + se rapporte aux essais exécutés avec la cordite anglaise, le signe o aux essais exécutés avec l'échantillon B 31. A titre de comparaison nous avons en outre tracé sur le graphique deux droites qui indiquent la variation de l'inverse de $\int p\,dt$:

(¹) *Comptes rendus*, 191, 1930, p. 713.

1° Pour une poudre du type ordinaire sans dissolvant à 9 pour 100 de centralite.

2° Pour une poudre B ordinaire (BG4)[1].

Une simple inspection du graphique montre immédiatement *que la diminution de* $\int p\,dt$ *avec la densité de chargement est extrêmement faible pour les deux poudres contenant de la vaseline.*

Jusqu'à une pression maximum de 500^kg les variations observées sont de l'ordre des erreurs expérimentales. *Ce sont donc les poudres dans lesquelles l'abaissement de température est obtenu par addition de vaseline qui se rapprochent le plus du type théorique brûlant à toute densité de chargement à une vitesse de combustion directement proportionnelle à la pression* $\left(\int p\,dt\right.$ constant à toute densité$\left.\right)$.

Si donc aux fortes densités (pressions maxima de 2000 à 4000 kg/cm²) les différents types de poudres brûlent tous sensiblement suivant les mêmes lois *il n'en est plus de même aux basses densités de chargement.*

Le mode particulier de combustion, aux basses pressions, des poudres contenant de la vaseline permet de comprendre pourquoi les chercheurs qui ont étudié les lois de combustion des poudres colloïdales en utilisant pour leurs expériences des poudres de ce type et en opérant à des pressions maxima supérieures à 500 kg/cm² (Dr Schmitz ou professeur Mache utilisant les expériences de Petavel) ont trouvé que la vitesse de combustion des poudres est directement proportionnelle à la pression. Ainsi sont expliquées les divergences observées entre les conclusions des différents expérimentateurs.

En terminant, nous ferons remarquer que la théorie formulée dans une précédente Note (*Comptes rendus*, 192, 1931, p. 227) permet de donner une explication simple des phénomènes observés avec la poudre à la vaseline. En effet, contrairement à la centralite, la vaseline n'est pas soluble dans la nitroglycérine et ne gélatinise pas le coton-poudre. Il en résulte qu'elle ne fait pas partie intégrante du colloïde, mais doit exister dans la pâte sous forme de globules dispersés. Comme d'autre part, son inertie chimique est grande, il est naturel d'admettre qu'elle réagit plus lentement que la centralite avec les gaz produits par la décomposition du coton-poudre et de la nitroglycérine. Mais, d'après la théorie formulée, la diminution

---

(1) Voir *Comptes rendus*, 192, 1931, p. 90.

de $\int p\,dt$ aux basses densités de chargement doit être d'autant plus faible que l'écart de température entre la couche de contact et les couches suivantes est plus petit. Or, si la vaseline ne réagit que partiellement dans la couche de contact, elle n'abaisse que peu la température de cette couche[1]. En réagissant, au contraire, dans les couches suivantes, elle tend à abaisser leur température. L'écart entre la température de la couche de contact et les couches suivantes *est donc plus faible pour les poudres à la vaseline que pour les poudres à la centralite*, d'où une diminution moindre de $\int p\,dt$ aux basses densités de chargement. Ajoutons que cette explication entraîne cette conséquence *que pour une même température finale d'explosion, la vitesse de combustion à haute densité de chargement, sous une même pression* P, *doit être plus grande pour une poudre à la vaseline que pour une poudre du type ordinaire sans dissolvant*, la couche de contact, dont la température règle la vitesse de combustion étant à plus basse température pour une poudre de ce dernier type. Nous avons vérifié sur la cordite anglaise cette conséquence de la théorie.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur une transformation allotropique du calcium à l'état solide*. Note de M. **E. Rinck**, présentée par M. C. Matignon.

Les courbes de refroidissement et d'échauffement du calcium pur présentent un palier à 450°C. L'étude de ce phénomène nous a montré que le calcium existe en deux variétés allotropiques :

1° La forme α, stable en dessous de 450°C.;

2° La forme β, stable entre 450°C. et 848°C., point de fusion du calcium pur utilisé.

A. *Courbes de refroidissement*. — Ces courbes étaient obtenues par enregistrement graphique. Le métal, purifié par distillation fractionnée dans le vide, était contenu dans un creuset d'acier décarburé, lui-même placé dans un tube de porcelaine. La température était mesurée par un couple thermoélectrique en nichrome qui, protégé par un mince tube d'acier, plongeait dans le métal. Pendant toute l'opération, l'appareil était maintenu sous une légère surpression d'argon pur.

Différents échantillons de calcium pur ont toujours donné un palier

(1) Le fait que le coton-poudre utilisé à la fabrication des poudres à la vaseline est à fort taux d'azote, tend également à relever la température de la couche de contact.

à 449° C. pour la courbe de refroidissement, à 452°,0 C. pour la courbe d'échauffement. Certaines impuretés, même en faible quantité, abaissent le point de transformation.

B. *Résistivité électrique.* — Une baguette de calcium pur était préparée par fusion du métal dans un tube d'acier décarburé. Le fer étant enlevé au tour, on obtenait un cylindre homogène d'une longueur de 10^{cm} et d'un diamètre de $1^{cm},245$.

Pour mesurer sa résistance, on y faisait passer un courant constant de 20 ampères et l'on déterminait au potentiomètre la différence de potentiel entre deux points de la baguette distants de $7^{cm},12$. La baguette était placée dans un tube de Pyrex chauffé par un long four électrique. Pendant l'opération un lent courant d'argon pur circulait à travers le tube.

Dans ces conditions, on constate que la courbe résistivité-température présente une brisure à la température de la transformation.

On a au voisinage de 450° :

$$\frac{d\rho}{dT} \text{ calcium } \alpha = 5,78.10^{-8},$$

$$\frac{d\rho}{dT} \text{ calcium } \beta = 1,28.10^{-8}.$$

La pureté du métal est d'ailleurs mise en évidence par les valeurs suivantes :

$$\frac{1}{\rho} \text{ à } 16° = 2.30.10^5 \frac{1}{\text{ohm/cm}},$$

$$\alpha_{0,100} = \frac{1}{R_0}\,\frac{R_{100} - R_0}{100} = \frac{1}{273,5}.$$

C. *Essais de trempe du calcium* β. — Lors des mesures de résistance nous avons remarqué que les contacts des prises de potentiel, formées par un fil de nickel serré sur la baguette, deviennent inutilisables dès qu'on dépasse à la descente la température de transformation. Nous en avons conclu que le passage du calcium β au calcium α doit se faire avec une forte contraction.

Nos essais pour conserver la forme β par un refroidissement brusque ont été infructueux.

En effet, la densité ne variait pas par l'effet de la trempe.

On obtient

$$d\text{Ca}_{4°}^{17°,2} = 1,540 \text{ à } \frac{1}{3000} \text{ près}$$

avant et après l'expérience.

En résumé cette étude a mis en évidence l'existence de deux variétés allotropiques du calcium. Le point de transformation est à 450° C. Nous n'avons pas réussi à conserver la forme β à la température ordinaire.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Contribution à l'étude des complexes argento-hyposulfites de sodium.* Note de MM. **E. Carrière** et **Raulet**, présentée par M. C. Matignon.

Les sels complexes argentohyposulfites alcalins ont donné lieu à de nombreuses recherches, ayant pour objet l'isolement des argentohyposulfites alcalins ou la mesure de la solubilité du chlorure d'argent dans des solutions d'hyposulfite de sodium de concentration déterminée à une température donnée.

En nous plaçant à un autre point de vue, nous nous sommes proposé de rechercher la nature du complexe argentohyposulfite de sodium en solution par application de la loi d'action de masse aux ions en présence.

La méthode suivie est celle qui a été appliquée initialement à l'étude de l'équilibre oxalate de calcium-acide chlorhydrique par MM. E. Carrière et M. Auméras (*Comptes rendus*, 177, 1923, p. 1288).

La méthode consiste à faire réagir n^{cm^3} de solution décinormale de nitrate d'argent sur n^{cm^3} de solution décinormale de chlorure de sodium, puis à déterminer à la burette, à la température de 20° le nombre de centimètres cubes d'hyposulfite de sodium en solution décinormale nécessaire pour provoquer la dissolution exacte du chlorure d'argent précipité, le volume total au moment de la solution exacte étant de 100^{cm^3}. La dissolution étant ainsi pratiquée, on en déduit aisément les concentrations des ions réagissants.

Les solutions d'argentohyposulfite de sodium sont très étendues, de l'ordre de 0,01 mol-gr/litre; l'argent se trouve pratiquement tout entier sous forme d'ion complexe.

Nous avons été conduits à admettre que la solution est représentée par l'équation

$$\mathrm{Cl\,Ag + S^2O^3Na^2 = Cl\,Na + Ag\,S^2O^3Na},$$

ou en ions,

$$\mathrm{Ag\,Cl} + \underline{\mathrm{S}}^2\underline{\mathrm{O}}^3 = \mathrm{Ag}\underline{\mathrm{S}}^2\mathrm{O}^3 + \mathrm{Cl}.$$

Soient $[\underline{\mathrm{S}}^2\underline{\mathrm{O}}^3]$, $[\mathrm{Ag}\underline{\mathrm{S}}^2\mathrm{O}^3]$, $[\underline{\mathrm{Cl}}]$, les concentrations des ions $\underline{\mathrm{S}}^2\underline{\mathrm{O}}^3$,

$Ag\underline{S^2O^3}$ et $\underline{Cl}$. Entre ces concentrations existe la relation

$$\left[\underline{S^2}\,\underline{O^3}\right] = K\left[Ag\underline{S^2O^3}\right]\left(\underline{Cl}\right),$$

où K désigne la constante de l'équilibre.

Les concentrations $Ag\underline{S^2O^3}$ et $\underline{Cl}$ sont identiques, au moment de la disparition du louche dû au chlorure d'argent et égales à la concentration en chlorure de sodium ou en nitrate d'argent introduit, cette dernière concentration étant supposée rapportée aux 100^{cm^3} de solution du complexe finalement obtenus. On a par suite,

$$\left[S^2\underline{O^3}\right] = K\left(\underline{Cl}\right)^2.$$

La concentration $\left[\underline{S^2}\,\underline{O^3}\right]$ est égale à l'excès de la concentration en hyposulfite de sodium nécessaire à la dissolution sur la concentration de chlorure de sodium mis en expérience. Adoptons pour K la valeur 8,6 déduite de la détermination correspondant à la concentration de 0,009 mol-gr/litre en nitrate d'argent et en chlorure de sodium. La concentration en nitrate d'argent variant de 0,003 mol-gr/litre à 0,03 mol-gr/litre la valeur de $\left[\underline{S^2}\,\underline{O^3}\right]$ trouvée expérimentalement concorde avec la valeur calculée avec une précision moyenne de 1,3 pour 100.

Influence d'un excès de chlorure de sodium. — L'influence d'un excès de chlorure de sodium par rapport au nitrate d'argent a été recherchée à 20° de température, en utilisant la concentration en nitrate d'argent soit 0,01 mol-gr/litre et des concentrations en chlorure de sodium variant de 0,01 mol-gr/litre à 0,07 mol-gr/litre. On observe que la concentration de l'ion $\underline{S^2}\,\underline{O^3}$ au moment de la dissolution exacte déterminée expérimentalement, concorde avec la valeur calculée par la formule $K \times 0{,}01 \times \left(\underline{Cl}\right)$ avec une précision de 1,4 pour 100.

On adopte pour K la valeur qui correspond à la concentration de 0,05 NaCl mol-gr/litre. L'influence d'un excès de nitrate d'argent par rapport au chlorure de sodium ne peut être recherchée, cet excès provoquant la production de nouveaux complexes.

Influence de la température. — L'influence de la température a été recherchée en utilisant des concentrations de 0,01 mol-gr/litre en chlorure de sodium et en nitrate d'argent et en opérant la dissolution du chlorure d'argent à des températures comprises entre 5° et 45°. On ne peut opérer au delà de 45° car au-dessus de cette température la solution d'argentohyposulfite de sodium se décompose et noircit. Remarquons que la constante K′ de l'équilibre correspondant à la formation de l'ion complexe $Ag\underline{S^2O^3}$ est inversement proportionnelle à la constante K précédemment considérée. On a, en effet,

$$\left[Ag\underline{S^2O^3}\right] = K'\left[\underset{+}{Ag}\right]\left[\underline{S^2}\,\underline{O^3}\right].$$

Comme

$$\left[\underset{+}{Ag}\right] = \frac{(\text{Produit de solubilité de AgCl})}{\left[\underset{-}{Cl}\right]},$$

on a

$$K' = \frac{\left[\underset{-}{AgS^2O^3}\right]\left[\underset{-}{Cl}\right]}{\left[\underset{--}{S^2O^3}\right](\text{Produit de solubilité de AgCl})} = \frac{\left[\underset{-}{Cl}\right]^2}{\left[\underset{--}{S^2O^3}\right](\text{Produit de solubilité de AgCl})}.$$

D'où

$$K' = \frac{1}{K \times (\text{Produit de solubilité de AgCl})}.$$

La température variant de 5° à 45° la constante K passe de 23 à 4. En utilisant ces résultats, par application de la formule de Van't Hoff : $\frac{d \log_e K'}{dt} = -\frac{JQ}{RT^2}$ où T désigne la valeur absolue de la température et Q la chaleur de formation de l'ion complexe à partir des ions $\underset{+}{Ag}$ et $\underset{--}{S^2O^3}$ on trouve que $Q = 7,7$ grandes calories.

Mesures de conductivité. — Nous avons contrôlé, par des mesures de conductivité électrique, la formation de l'ion complexe $\underset{-}{AgS^2O^3}$ dans les conditions de dilution où nous nous sommes placés. Une solution de concentrations 0,01 mol-gr/litre en NO^3Na et 0,0109 mol-gr/litre en $S^2O^3Na^2$ présente la même conductivité qu'une solution de concentrations 0,01 mol-gr/litre en NO^3Na; 0,0009 mol-gr/litre en $S^2O^3Na^2$; 0,01 mol-gr/litre en AgS^2O^3Na et 0,01 mol-gr/litre en NaCl. La dissolution du chlorure d'argent a été en effet obtenue en conservant le même nombre d'ions en solution :

$$\underset{--}{S^2O^3} \mid \underset{++}{Na^2} + Cl\,Ag = \underset{-}{AgS^2O^3} \mid \underset{+}{Na} + \underset{-}{Cl} \mid \underset{+}{Na}.$$

Dans ces expériences nous avons considéré une concentration de 0,01 mol-gr/litre en NO^3Na car le chlorure d'argent a été obtenu, en précipitant le nitrate d'argent par la quantité correspondante de chlorure de sodium.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les hypophosphites de cæsium et de rubidium.* Note de MM. **L. Hackspill** et **J. Weiss**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Les hypophosphites de cæsium et de rubidium n'ont jamais été préparés, ou du moins leur préparation n'a fait l'objet d'aucune publication.

Nous avons pensé qu'il convenait de combler cette lacune, bien qu'il y eût peu de chances pour que les propriétés de ces sels fussent différentes de celles des autres hypophosphites alcalins.

Deux procédés donnent de bons résultats :

1° La double décomposition entre le sulfate de rubidium ou de cæsium et l'hypophosphite de baryum.

2° La neutralisation de la base alcaline par l'acide hypophosphoreux.

Les sels cristallisent par évaporation de leur solution dans le vide. Ils sont tous deux extrêmement solubles et très hygroscopiques. Séché longuement dans le vide sulfurique, l'hypophosphite de cæsium conserve une demi-molécule d'eau de cristallisation :

PO^2H^2Cs, $1/2H^2O$, sa densité à 18°,5 est 2,81. Dans les mêmes conditions le sel de rubidium devient anhydre avec une densité de 2,32 à 17°.

La caractérisation des cristaux présente de grandes difficultés car dès qu'ils sont à l'air ils tombent en déliquescence.

Chauffés dans le vide les deux sels se dessèchent immédiatement puis se décomposent lentement vers 140°, rapidement au-dessus de 200°, mais la réaction n'est terminée que vers 500°. Elle correspond dans son ensemble à celle établie par Rammelsberg [1] pour les autres hypophosphites alcalins :

$$5PO^2H^2M \rightarrow P^2O^7M^4 + PO^3M + 2PH^3 + 2H^2.$$

Mais en étudiant de plus près les produits de la décomposition à diverses températures, nous avons constaté :

1° Que le départ d'hydrogène n'a lieu qu'au-dessus de 300°; alors que l'hydrogène phosphoré est libéré au-dessous de cette température.

2° Qu'il y a formation intermédiaire de phosphate acide et de phosphite neutre.

On peut donc représenter plus exactement ce qui se passe au moyen des équations suivantes :

$$5PO^2H^2M \rightarrow PO^4H^2M + 2PO^3HM^2 + 2PH^3 \text{ au-dessous de } 300^\circ\text{ C.},$$

$$\left.\begin{array}{r}PO^4H^2M \rightarrow PO^3M + H^2O\\ 2PO^3HM^2 + H^2O \rightarrow P^2O^7M^4 + H^2\end{array}\right\}\text{ au-dessus de } 300^\circ\text{ C.}$$

Cela n'est cependant pas rigoureusement exact, car on trouve toujours un volume d'hydrogène un peu supérieur à celui de l'hydrogène phosphoré, alors qu'il devrait être égal et le résidu fixe contient une très petite quantité d'un produit jaune brun insoluble qui pourrait bien être du sous-oxyde de phosphore.

En résumé, les propriétés des hypophosphites de cæsium et de rubidium sont très voisines de celles des autres hypophosphites alcalins. Leur densité augmente dans le même sens que le poids atomique, de même que l'affinité pour l'eau.

Leur décomposition pyrogénée est identique, à quelques degrés près.

(1) Rammelsberg, *Ber. d. chem. Gesells.*, 5, 1872, p. 492.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Absorption et réactivité de la fonction cétone.* Note [1] de Mme **Ramart-Lucas** et Mme **Bruzau**, présentée par M. Georges Urbain.

Suivant le nombre et la nature des radicaux fixés sur les atomes de carbone voisins de celui qui porte un groupe fonctionnel, les propriétés de ce dernier peuvent se trouver soit exaltées soit diminuées. Lorsque l'activité chimique d'une fonction est diminuée par l'accumulation de radicaux au voisinage de cette fonction, comme c'est le cas par exemple pour l'une des fonctions acides de l'acide camphorique, ou encore pour les hexalcoylacétones, ce phénomène a été attribué par V. Meyer à un « empêchement stérique » : les radicaux voisins du groupe fonctionnel forment autour de celui-ci une sorte de barrière protectrice qui empêche les molécules voisines de venir à son contact [2].

Cette explication a soulevé des objections sérieuses sur lesquelles je ne puis m'étendre ici. Les faits dont l'exposé va suivre montreront qu'il est bien difficile de conserver cette explication, même quand on ne peut prévoir une influence chimique des radicaux voisins du groupe fonctionnel sur ce dernier.

Les hexaalcoylacétones ne donnent ni oximes ni semicarbazones; traitées par le sodium et l'alcool elles fournissent normalement les alcools secondaires correspondants.

L'alcool ainsi obtenu possède la même structure que la cétone; la protection de la fonction alcool par les radicaux alcoylés doit donc être la même; or ces alcools, traités par de l'isocyanate de phényle, donnent facilement des phényluréthanes, tandis que les cétones ne donnent pas d'oximes quand on les traite par de l'hydroxylamine (molécule cependant beaucoup plus petite que celle de l'isocyanate de phényle). Ceci s'observe même avec des cétones et des alcools très ramifiés tels que [3]

$$\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>CH-C\begin{matrix}CH^3\\-CO-\\CH^3\end{matrix}C\begin{matrix}CH^3\\-CH\\CH^3\end{matrix}<\begin{matrix}CH^3\\CH\end{matrix}\qquad\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>CH-C\begin{matrix}CH^3\\-CHOH-\\CH^3\end{matrix}C\begin{matrix}CH^2\\-CH\\CH\end{matrix}<\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}$$

(1) Séance de 9 février 1931.

(2) Voir à ce sujet la très intéressante conférence de M. Vavon publiée dans la *Revue générale des Sciences*, **35**, 1924, p. 505.

(3) Haller et Bauer, *Ann. de Chim.*, 8e série, **29**, 1913, p. 313.

Il faut donc admettre que la modification des propriétés chimiques du groupement fonctionnel dépend plutôt de la nature de ce dernier que de l'encombrement spatial des radicaux. Il s'ensuit que les radicaux alcoylés et le groupe cétonique doivent exercer une influence mutuelle malgré la faible activité chimique dont témoignent ordinairement ces radicaux alcoylés.

L'étude de l'absorptioe des cétones de la série grasse apporte un argument précieux en faveur de cette hypothèse.

Les radicaux alcoyles n'ont dans l'ultraviolet moyen aucune absorption propre. Donc si la couleur d'un chromophore est modifiée par le voisinage d'un tel radical, on peut en déduire que ces groupes exercent une influence mutuelle. C'est effectivement ce qu'on observe pour les cétones : alors que les cétones $CH^3.CO.CH^2.R$ ont toutes la même absorption quel que soit R [1], les polyalcoylacétones ont une absorption qui varie avec le nombre et l'importance des radicaux alcoylés.

Parmi les cétones hexasubstituées, la mesure de l'absorption n'avait été faite que pour l'hexaméthylacétone dont la purification est difficile car ce corps est liquide à la température ordinaire et ne donne ni oxime ni semicarbazone. Nous avons repris cette étude sur quelques cétones hexasubstituées, solides, et qui par suite ont pu être purifiées par cristallisations répétées (les $\alpha\alpha\alpha'\alpha'$-tétrapropylcyclohexanones nous ont été données par M. Cornubert). Nous avons également mesuré l'absorption de l'hexaméthylacétone et les valeurs obtenues pour ce composé concordent avec celles qui ont été publiées par Rice.

Le tableau suivant donne la longueur d'onde et le coefficient ε d'absorption correspondant à l'absorption maximum pour toute cétone : telles que $CH^2.CO.CH^2.R$ (1); et pour l'hexaméthylacétone (2), l'hexaéthylacétone (3), la triméthyltriéthylacétone (4), l'$\alpha\alpha\,\alpha'\alpha'$-tétrapropylcyclohexanone (5), l'$\alpha\alpha\,\alpha'\alpha'$-tétrapropyl-$\gamma$-méthylcyclohexanone (6).

Cétones.....	1.	2.	3.	4.	5.	6.
λ_{max}.....	2800	2950	3040	3000	3100	3100
ε........	21,2	45	47	69	69	69

En résumé, il nous semble possible : 1° d'expliquer les variations dans l'activité chimique de la fonction cétone par une influence mutuelle entre les radicaux alcoylés présents dans la molécule et cette fonction, sans que leur encombrement intervienne de façon appréciable; 2° d'établir une rela-

(1) Rice, *Proc. A. Roy. Soc.*, 91, 1915, p. 76.

tion entre ces variations dans l'activité du groupe fonctionnel et la modification de son absorption, les deux phénomènes ayant une même cause : la présence, au voisinage de la fonction, de radicaux alcoylés qui n'ont cependant par eux-mêmes ni influence chimique proprement dite, ni absorption dans la région spectrale explorée.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Transformation des butylènes en carbures liquides.* Note de MM. **A. Mailhe** et **Renaudie**, présentée par M. C. Matignon.

Dans deux Notes précédentes, nous avons montré que l'éthylène et le propylène se tranformaient en un mélange d'hydrocarbures aromatiques et éthyléniques, en présence de silicagel, entre 650° et 700°, à la pression ordinaire. Nous avons appliqué cette méthode aux trois butylènes connus.

Dans les trois cas, le gaz chargé à 90 pour 100 environ de carbure éthylénique était dirigé dans le tube à catalyse contenant 30^g environ de silicagel, chauffé entre 650 et 700°. De l'huile fluide était condensée à la sortie du tube et les gaz traversaient une couche de charbon activé auxquel ils cédaient l'essence entraînée. Elle était extraite par action de la vapeur.

1° *Butène*-1. — Dans une expérience à 650-670°, nous avons recueilli 93$^{cm^3}$ d'essence et 117$^{cm^3}$ d'huile fluide. L'essence a donné par rectification :

Températures (début à 33°).	Volume.	D_{13}.	n_D^{18}.	Indice d'iode.
°	cm³			
< 60	6	0,7653	1,4448	221
60– 70	13	0,7881	1,4558	191
70– 80	19	0,8351	1,4780	120
80– 90	23	0,8594	1,4890	76,5
90-100	10	0,8724	1,4961	53,5
100–115	6	0,8747	1,4978	44

La rectification de l'huile condensée a fourni :

Températures.	Volume.	D_{13}.	n_D^{18}.	Indice d'iode.
°				
40– 80	5	0,8455	1,4716	120
80- 90	5	0,8585	1,4910	80
90–100	19	0,8691	1,4976	53
100–110	14	0,8700	1,4995	41
110–120	11	0,8703	1,5004	52
120–130	9	0,8747	1,5036	74
130–150	13	0,8851	1,5130	102
150–180	14	0,9135	1,5295	133
180–200	8	0,9478	1,5581	138
200–250	14	0,9927	1,5810	94

Il reste du brai en fin de distillation.

L'examen des indices d'iode indique que toutes ces fractions renferment des carbures éthyléniques, la proportion est importante pour les têtes de l'essence. Les densités élevées et les indices de réfraction montrent la présence de carbures aromatiques. Nous avons identifié la benzine (fraction 70-80°), le toluène (fraction 100-110°), le métaxylène (fraction 120-130°). La détermination des carbures aromatiques est d'environ 21 pour 100 sur l'essence totale.

Les gaz dégagés, après lavage au charbon activé, renferment encore 42 pour 100 de carbures éthyléniques et 38 pour 100 de méthane. Les premiers sont formés surtout de propylène, ce qui indique un égrènement partiel de la molécule de butylène.

Le rendement en essences et huiles, par un seul passage sur catalyseur est de 33 pour 100 du butylène disparu.

2° *Le méthylbutène* a fourni également, entre 650° et 670°, une huile et une essence qui ressemblent comme aspect et comme composition chimique à celle du butène-1. Elles sont constituées par un mélange de carbures aromatiques et non saturés. Ceux-ci dominent et se trouvent en quantité particulièrement importante dans les têtes de l'essence. La benzine, le toluène et le métaxylène ont été identifiés. Les gaz de catalyse renferment en fin de réaction 42 pour 100 de carbures éthyléniques et 26 pour 100 de méthane. Le rendement total en produits liquides par un seul passage a été de 31 pour 100 du méthylbutène transformé.

3° *Butène*-2. — Avec cet hydrocarbure, nous avons poussé la température de la réaction jusqu'à 700°. Le rendement en produits liquides a été augmenté et est passé à 37,7 pour 100 par rapport au butène transformé.

L'essence de densité 0,840 débute à la distillation à 45°. Elle fournit les fractions suivantes :

Températures.	Volume.	D_{15}.	n_D^{18}.	Indice d'iode.
< 75°	8	0,8250	1,4716	142
75- 85	32	0,8632	1,4917	74,5
85- 95	56	0,8735	1,4984	43,2
95-105	28	0,8796	1,5000	36,5
105-115	8	0,8771	1,5009	46,2
115-125	5	0,8790	1,5040	68,2
125-135	4	0,8863	1,5106	103
135-150	6	0,8938	1,5173	142

On voit que le maximum de produit se trouve dans le voisinage des

points d'ébullition de la benzine et du toluène. Les densités des premières fractions sont plus élevées que dans le cas du butène, et les indices d'iode plus faibles. Ces caractères indiquent qu'il y a ici une plus forte proportion de carbures aromatiques. Effectivement, l'essence totale en renferme 55 pour 100 environ.

L'huile de goudron fluide fournit, en outre, des fractions de tête semblables à celles de l'essence, une quantité importante de naphtaline et d'anthracène que nous n'avions pas trouvée avec les deux autres butylènes. Il en résulte que l'augmentation des produits aromatiques est liée à la formation de ces carbures polycycliques. Par suite, une température plus élevée de la réaction favorise notablement la cyclisation des carbures éthyléniques.

GÉOLOGIE. — *Découverte du Purbeckien dans la chaîne du Semnoz, près d'Annecy (Haute-Savoie).* Note de M. **Léon Moret**, présentée par M. H. Douvillé.

L'exploitation intensive du Valanginien coralligène du Semnoz, dans les carrières de Vovray, au sud d'Annecy, m'a permis, l'été dernier, de relever une coupe fraîche fort intéressante.

Le Semnoz forme ici une voûte dissymétrique urgonienne et néocomienne déjetée vers l'Ouest. A partir des marno-calcaires hauteriviens à *Toxaster* qui affleurent près de l'entrée du tunnel de la ligne d'Albertville, on note successivement, de haut en bas, en se dirigeant vers le Sud :

1. Calcaires bicolores à silex.
2. Calcaires violacés à fossiles (*Ostrea*) silicifiés.
3. Calcaires bleuâtres à points noirs avec sections de gros Oursins.
4. Calcaires marbreux rosés à Nérinées.
5. Calcaires bleus et ocreux à lits bréchiques et surfaces d'abrasion sous-marine; quelques lits schisteux intercalés à Brachiopodes et Huîtres.
6. Calcaires gréseux bicolores, avec traces d'abrasion sous-marine.
7. Calcaire rose zoogène, puis, grande masse de calcaires blanchâtres coralligènes dans lesquels j'ai recueilli deux exemplaires de *Natica leviathan*. Ce sont surtout ces calcaires qui sont exploités comme pierre à chaux et qui forment ici le noyau de la voûte du Semnoz, très refoulée, ainsi que nous allons le voir, vers l'Ouest. Dans la grande carrière Sud, au milieu de ces calcaires, épais d'une trentaine de mètres environ, on note :
8. Calcaires blancs en petites plaquettes associés à des marnes vertes et à des bancs

plus massifs, blancs à taches noires. Ces derniers, qui rappellent les brèches à cailloux noirs du Purbeckien du Jura, m'ont montré, au microscope, d'innombrables débris de Characés, sections de tiges ou d'oogones. Nous avons donc bien affaire ici aux faciès lacustres du Purbeck.

Il en résulte que la formation 7 superposée représente l'Infravalanginien de type jurassien : le Marbre bâtard, formation dont on ne retrouve plus trace, au Sud, dans notre chaîne, où elle est remplacée par les marno-calcaires du Berriasien.

Les assises 5 et 6 sont l'équivalent des Marnes valanginiennes de la Chartreuse et des Marnes à Brachiopodes du Nivollet-Revard et du Semnoz méridional. Leur épaisseur réduite est à mettre en relation avec de puissantes abrasions sous-marines dues à des courants de fond.

L'ensemble 3 et 4 doit être parallélisé avec les « Calcaires du Fontanil » (Valanginien moyen), ici partiellement envahis par les faciès coralligènes, alors que, plus au Sud (Semnoz méridional, Revard, Nivollet), presque toute la formation est coralligène.

Enfin le niveau supérieur du Valanginien (zone à *Alectryonia rectangularis*) est représenté par les couches 1 et 2. Ce niveau est lui-même un peu coralligène (Polypiers et *Chætetopsis Favrei*, Deninger, silicifiés), ainsi que je l'ai établi, au sommet du Semnoz, près des chalets de l'Abbaye et au Nivollet (J. Révil).

Du point de vue tectonique, l'examen de la base du front de taille de la grande carrière montre des complications inattendues.

Le marbre bâtard, associé à quelques bancs de calcaire bicolore très broyés, y est *fortement refoulé* sur l'Urgonien du jambage ouest de la voûte du Semnoz. Il y a donc ici suppression de tout le Valanginien moyen et supérieur, ainsi que de l'Hauterivien. Cette surface de refoulement se perd vers le Sud, où elle est masquée, au droit du vallon synclinal de Sainte-Catherine (molasse), par les éboulis et la végétation. L'anticlinal du Semnoz ne se termine donc pas, au Nord, par un prolongement périclinal régulier ainsi qu'on l'a cru pendant longtemps.

En résumé, le Valanginien du Semnoz présente d'intéressantes variations de faciès suivant l'axe de la chaîne. A Vovray (Semnoz nord), il est franchement jurassien (Purbeckien), tandis qu'au Sud, au Nivollet, il est du type mixte dauphinois (Berriasien). On peut dire que les faciès sont ici nettement obliques aux lignes tectoniques. Les calcaires lacustres à *Chara* de Vovray représentent, d'autre part, le dernier témoin, vers l'Est, et dans une chaîne tectoniquement alpine, des lagunes purbeckiennes, lagunes

dont j'ai déjà montré qu'elles s'étaient étendues, au Sud, jusqu'à La Buisse, près de Voreppe [1].

GÉOLOGIE. — *Observations sur la géologie du Gabon.* Note de M. V. **Perebaskine**, présentée par M. L. Cayeux.

Les observations géologiques que je présente ici ont trait à deux itinéraires principaux : Mongo Nyanga-Divégni, par Tchibanga et Mouila-Côte atlantique, par Bongo.

I. *Itinéraire Mongo Nyanga-Tchibanga-Divégni.* — Cet itinéraire comporte la traversée du Mayombe, de la plaine calcaire de Tchibanga, du plateau schisto-gréseux et l'étude des hautes vallées de la Nyanga et de la N'Gounié.

Le noyau de la chaîne du Mayombe est composé principalement de gneiss et de granites écrasés, bordés à l'Est par des schistes métamorphiques. Entre le Mayombe et le plateau schisto-gréseux s'étend la plaine de Tchibanga, formée de calcaires métamorphisés et redressés. Ces calcaires, très silicifiés par endroits (ils contiennent des cristaux de quartz), représentent une partie du système schisto-calcaire qui a subi un certain métamorphisme. De Tchibanga au Mont Fouari, on franchit le plateau schisto-gréseux; comme au Nord [2], il est constitué à la base par des schistes argileux allant du rouge au gris verdâtre, au sommet par des grès plus ou moins compacts et des bancs de conglomérats.

Depuis la région du Mont Fouari jusqu'à Divégni, j'ai pu observer de nouveau le système schisto-calcaire, cette fois avec tous les termes, comparables à ceux décrits au Congo belge [3] et au Moyen Congo [4]. Ce système atteint 1000^{m} de puissance. Les formations schisto-gréseuses reposent sur les calcaires sans discordance angulaire visible.

A l'Est du Mont Fouari, la savane recouvre les formations calcaires. Celles-ci comportent au sommet des calcaires siliceux, calcaires schisteux et calcaires écailleux; les calcaires moyens sont représentés par des calcaires gris, silicifiés et contenant des blocs de « grès polymorphes ».

---

(1) *Ass. Fr. Av. des Sc.*, Congrès de Lyon, 1926, p. 293.

(2) R. Furon, *Sur la géologie du Gabon* (*Comptes rendus*, 192, 1931, p. 168).

(3) J. Cornet, *Étude sur la géologie du Congo occidental* (*Bull. de la Soc. belge de Géol., de Paléont. et d'Hydrologie*, 11, 1897, p. 342).

(4) V. Babet, *Étude géologique de la zone du chemin de fer Congo-Océan*, 1929, p. 65.

Ce système, avec le système schisto-gréseux qui le recouvre, représente, en négligeant les plis d'ordre secondaire, un vaste synclinal dissymétrique à flanc occidental redressé jusqu'à la verticale, et dont les couches se relèvent doucement vers l'Est. C'est là que se trouve la zone inférieure. Comme au Moyen Congo, ce sont des dolomies roses et verdâtres, des calcaires schisteux et des schistes calcaires affleurant en grandes dalles.

Tout à fait à l'Est, dans la région de Divégni, j'ai observé les « conglomérats de base » de ce système, bien visibles en plusieurs endroits, en particulier aux chutes de la Nyanga; dans ces conglomérats (dont le développement démontre l'étendue de la discordance sur le système métamorphique) j'ai recueilli des galets de granites, de schistes et de quartzites, disposés d'une façon irrégulière dans la pâte argilo-sableuse cohérente ([1]).

Dans les formations schisto-calcaires je n'ai pas trouvé d'autres fossiles que des algues. Les mêmes formes ont été déjà signalées au Congo dans les calcaires moyens et supérieurs. M. Cayeux ([2]), qui les a étudiées, conclut à une analogie entre le système schisto-calcaire du Congo et le Silurien baltico-scandinave.

2. *De Mouila à l'Océan par Bongo.* — De Mouila à Bongo, il faut traverser la vallée de la N'Gounié qui comprend des calcaires moyens et supérieurs, franchir le plateau schisto-gréseux, puis la vallée de la Douhouga qui semble comporter des calcaires.

Plus à l'Ouest, on traversera d'abord une série métamorphique qui constitue les plus hauts sommets de la chaîne de montagnes. Enfin, sur le versant ouest de cette chaîne apparaissent les gneiss et granites, auxquels s'ajoutent, à Bongo, des venues éruptives plus récentes. Le tout est plissé d'une manière intense.

Les fossiles (turoniens, sénoniens, paléocènes), qui ont été signalés en différents points de la côte ([3]), indiquent peut-être un passage continu du Crétacé au Tertiaire.

Le Crétacé et le Tertiaire sont ondulés ENE-WSW et presque toujours

---

([1]) M. V. Babet (*op. cit.*, p. 61-62 et 92) et MM. F. Delhaye et M. Sluys [*Esquisse géologique du Congo occidental. Étude du système schisto-calcaire* (*Ann. Soc. géol. de Belgique*, publ. spéc. relat. au Congo belge, 1923-1924)] signalent l'origine glaciaire ou fluvio-glaciaire probable de ces conglomérats.

([2]) L. Cayeux, *Existence de deux groupes d'Algues à structure conservée dans le système schisto-calcaire du Congo français* (*Comptes rendus*, 190, 1930, p. 231).

([3]) Lombard, *Sur le Crétacé du littoral gabonais* (*Comptes rendus*, 190, 1930, p. 1203).

recouverts par des formations superficielles (alluviales et éluviales) : sables, sables argileux, argiles et latérites, parfois d'épaisseur notable.

L'évolution de la région du Mayombe me paraît présenter six phases : 1° plissement des schistes cristallins ; 2° plissement des systèmes schisto-calcaire et schisto-gréseux, c'est-à-dire formation de la chaîne elle-même ; 3° fractures sur le front occidental et transgression crétacée ; 4° régression marine ; 5° mouvements récents comparables à ceux étudiés par M. Fourmarier au Bas-Congo [1] ; 6° mouvements positifs, très récents, de la ligne de rivage, amenant la formation de lagunes à l'estuaire de plusieurs rivières, la profondeur de ces lagunes étant de l'ordre de 10 à 15^{m}.

GRYPTOGAMIE. — *La spore chez les Inocybes : spécificité et variations.* Note de M. **Roger Heim**, présentée par M. L. Mangin.

Dans un Ouvrage qui paraîtra sous peu [2], relatif aux Agarics Ochrosporés, nous avons tenté un essai monographique sur le genre *Inocybe*, inspiré de points de vue nouveaux qui nous ont conduit à des conceptions personnelles sur la parenté entre les espèces et, par suite, à une classification différente de celles jusqu'ici proposées. Ayant attaché une importance primordiale à l'étude de la spore, nous résumerons dans cette Note préliminaire les conclusions auxquelles nos observations sur cet organe nous ont amené.

1° Dans toutes les classifications contemporaines des Inocybes, les auteurs admettent deux divisions principales basées sur la forme des spores : les espèces leiosporées possédant des spores lisses, les goniosporées des spores verruqueuses, bossues ou aculéolées, ces dernières espèces faisant parfois même l'objet d'un genre ou sous-genre particulier (*Clypeus*, *Astrosporina*).

Nous estimons que cette opposition, partant d'observations toutes superficielles, n'a de valeur ni en elle-même ni par les rapprochements auxquels elle conduit, et que les deux catégories qu'elle délimite sont arbitraires : certains Inocybes goniosporés (*maritima*, *trechispora* Berk. non Bres.) possèdent souvent des spores à contour presque entier qui permettrait de les rapporter aussi bien à l'un qu'à l'autre groupe, d'autres quoique leiosporés

---

(1) F. Fourmarier, *Carte géologique du Congo belge*, 1930, Notice, p. 32.

(2) Roger Heim, *Le genre* Inocybe, *précédé d'une Introduction générale à l'étude des Agarics Ochrosporés* [*Encyclopédie mycologique*, 1, Paul Chevalier, éditeur, Paris, 1931 (*sous presse*)].

offrent fréquemment des spores marquant une tendance soit vers la formation de bosses (*I. cincinnata*, *rufa*), soit vers un profil polygonal (*corydalina*). Dans aucun cas on ne peut parler de verrues : il s'agit toujours de proéminences *creuses* dont la différenciation atteint son plus haut degré dans la stirpe *calospora* où la membrane des spores présente des hernies spiniformes décrites à tort comme aiguillons par les auteurs.

2° Si nulle spore d'Inocybe n'est verruqueuse, si cet organe dérive toujours du même type fondamental, lisse et à profil entier, une étude plus complète permet cependant de séparer deux silhouettes constitutives dont la distinction résulte de la nature différente de leurs symétries en même temps que de la présence ou l'absence de dépression hilaire. Or il est remarquable que les spores *phaséoliformes*, à partie apicale non aiguë, à profil frontal entier, à dépression hilaire indistincte, chez lesquelles s'ébauche un plan médian de symétrie perpendiculaire à l'axe géométrique de la spore, sont particulières aux espèces *acystidiées*, ne possédant que des cellules cystidiformes non muriquées de cristaux d'oxalate de calcium et à paroi mince. Au contraire les espèces *cystidiées* possèdent des spores *amygdaliformes* n'admettant qu'un seul plan de symétrie longitudinal, une partie apicale à profil conique-aigu, une dépression hilaire accentuée.

3° La règle précédente, qui lie la forme de la spore à l'existence des cystides vraies, est satisfaite pour l'ensemble des espèces à spores non bosselées. Cependant, chez l'*I. viscidula*, cystidié, les spores sont phaséoliformes, mais il y a lieu de constater que les cystides s'y développent comme des poils et que leur membrane ne s'épaissit que tardivement.

De même, chez les espèces à spores cylindriques, cystidiées ou non, cette loi peut être masquée, soit par suite d'un polymorphisme notable de ces organes ([1]), soit parce que la forme allongée de la spore se prête plus difficilement à l'observation de la dépression hilaire. Chez les goniosporés, la règle, moins nette, moins apparente aussi du fait de la présence des bosses, reste valable, et si pour quelques espèces (*Casimiri*) elle ne paraît pas satisfaite, c'est que celles-ci possèdent des cystides non nettement différenciées. En somme, ces divers cas confirment la correspondance établie.

4° Le polymorphisme de la spore dans une même sporée est fréquent et

---

([1]) Il s'agit surtout de la stirpe *dulcamara* chez laquelle les cystides vraies ne sont pas toujours absentes.

peut même posséder une constante spécifique (*I. Patouillardi*). En outre, nous avons observé chez quelques espèces et pour certaines récoltes deux catégories de spores de plus grande fréquence (*I. jurana*, *Rennyi*); cette importante constatation peut s'expliquer soit par la coexistence de basides dont le nombre de stérigmates n'est pas le même, soit par l'intervention de phénomènes d'hybridation.

5° La remarque précédente, l'étude des espèces dont les spores, que nous appelons *calibrées*, sont susceptibles de grandes variations de longueur sous largeur constante (*lacera*, *pruinosa*, *halophila*, *fastigiata*), celle de l'*I. Rennyi*, goniosporé, offrant dans la même sporée deux types de spores *mûres* différant par leurs dimensions et leur profil, nous font admettre que la spore peut, dans certains cas, n'atteindre sa silhouette définitive qu'en deux étapes : la première correspond au maximum de fréquence fourni par les spores les plus petites et les plus simples, la seconde à l'autre maximum s'appliquant aux spores qui ont franchi une nouvelle période évolutive vers le profil le plus ornementé.

6° L'étude de l'ensemble des Inocybes montre que le sens de complication de la spore, allant du type phaséoliforme au type digitéolé, ne concorde pas avec le sens de perfectionnement morphologique des espèces. Des formes physionomiquement affines possèdent des spores très différentes. On ne peut concevoir, à l'intérieur du genre *Inocybe*, l'existence de plusieurs sériations orthogénétiques parallèles.

En développant ces diverses données, nous avons été conduit à considérer la spore des Inocybes, construite sur le même type ovoïde (phaséoliforme ou amygdaliforme), comme douée originellement d'une remarquable faculté de transformation permettant, dans le cadre d'espèces parentes, une complication ou une simplification rapide de son contour dans une direction évolutive définie. En d'autres termes, la spore chez les Inocybes possède une instabilité morphologique innée, expliquant la possibilité de mutations, voire de « novations », qui ont pu et qui peuvent héréditairement se maintenir.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Formation des pigments anthocyaniques dans les plantules étiolées de Sarrasin et de Blé.* Note de M. **St. Jonesco**, présentée par M. J. Costantin.

Nous avons démontré [1] qu'il existe dans les feuilles rouges d'*Ampelopsis hederacea* un chromogène qui, sous l'influence de l'acide chlorhydrique à chaud, se transforme aisément en une anthocyane absolument identique à celle qui apparaît normalement dans les mêmes feuilles, en automne.

Nous avons cherché à voir si dans les plantules de Sarrasin et de Blé existent de tels pigments qui pourraient se transformer, dans les mêmes conditions, en anthocyanes. Pour cela nous avons extrait des plantules les chromogènes respectifs sur lesquels on a expérimenté.

Plantules étiolées de Sarrasin. — Le chromogène, retiré par le même procédé que dans la Note ci-dessus citée, et obtenu à l'état pur, se présente sous forme d'une poudre jaune crème. Il jouit des mêmes propriétés de solubilité et fournit à peu près les mêmes réactions chimiques que celui extrait des feuilles rouges d'*Ampelopsis*. En outre, nous avons essayé aussi de voir sa nature glucosée. Hydrolysé, ce pigment met en liberté un sucre qui, traité avec de l'acétate de phénylhydrazine donne une osazone identique à celle obtenue par l'ébullition du galactose avec ce même réactif. Les cristaux de cette galactosazone sont insolubles dans l'eau et peu solubles dans l'alcool méthylique. Par conséquent, le pigment jaune serait un glucoside, c'est-à-dire un *galactoside*.

C'est ce glucoside que nous avons soumis à divers traitements pour le transformer en pigment rouge anthocyanique. Le traitement de réduction appliqué au chromogène, comme dans la Note précédente pour le pigment d'*Ampelopsis*, ne nous a pas donné de résultat non plus. Par celui d'*oxydation*, le corps jaune a été transformé en pigment rouge anthocyanique, mais le procédé qui nous a donné de meilleurs résultats est celui du simple chauffage du chromogène dissous dans l'alcool, avec de l'acide chlorhydrique à 20 pour 100. En effet, après 5 à 10 minutes d'ébullition, la solution du corps en question se transforme en un beau pigment rouge cerise. On a isolé, à l'état pur, ce pigment sous forme d'une poudre brillante rouge foncé cristallisée en longs et minces filaments. Ce pigment possède toutes

---

[1] *C. R. Soc. Biol.*, 97, 1927, p. 975.

les réactions caractéristiques des anthocyanes naturelles existant dans les plantules rouges de cette espèce.

Plantules étiolées de Blé. — Le chromogène retiré de ces plantules se présente sous forme d'une substance jaune brique. Il diffère par ses propriétés de solubilité de deux autres pigments étudiés jusqu'ici. Il est soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool à 96°, et présente une saveur douce et aromatique. Quant aux autres réactions fournies avec divers réactifs, elles sont, en général, les mêmes que celles présentées par les chromogènes d'*Ampelopsis* et de Sarrasin. Ce pigment réduit, lentement à froid, et très fortement à chaud, l'azotate d'argent ammoniacal; il réduit énergiquement la liqueur de Fehling. Après hydrolyse, le pigment met en liberté un sucre qui, par ébullition, avec du chlorhydrate de phénylhydrazine en présence d'acide acétique, forme de beaux cristaux, longs, fins, flexueux et recourbés, groupés autour d'un point central compact. Ces cristaux sont identiques à ceux d'arabinose. Le sucre serait donc de l'*arabinose* et le chromogène serait un *arabinoside*.

Ce glucoside a été aussi transformé en pigment anthocyanique. Il faut dire dès le début qu'on n'a réussi à le transformer en anthocyane ni par *réduction*, ni par *chauffage du pigment avec de l'acide chlorhydrique* : l'*oxydation seule* a abouti à ce résultat. L'oxydation a été faite au moyen d'un mélange oxydant de peroxyde de baryum et de bioxyde de manganèse, en présence d'acide sulfurique d'une concentration donnée. Au fur et à mesure que l'oxygène se dégage du mélange, on constate que la solution du pigment jaune commence à se modifier en rouge violet. Lorsque l'oxydation est finie le chromogène est totalement transformé en pigment anthocyanique d'un beau rouge violet. Il jouit de toutes les propriétés et réactions caractéristiques du pigment violet naturel formé dans les plantules de Blé, lorsque celles-ci se développent à la lumière.

En tenant compte de ces résultats et de ceux obtenus dans les nombreuses expériences que nous avons exécutées sur diverses espèces végétales, nous sommes amenés aux conclusions suivantes :

1° *Le phénomène de réduction ne joue aucun rôle dans le processus chimique de formation des anthocyanes.* Toutes les expériences faites par nous dans cette voie nous ont amené à des résultats négatifs.

2° *L'oxydation est un phénomène général qui prend part à la transformation des chromogènes susceptibles de former des anthocyanes.* Toutes nos expériences exécutées, soit au moyen des oxydases, soit avec des agents chimiques oxydants ont abouti à ce résultat.

3° *Il y a une catégorie de chromogènes générateurs d'anthocyanes*, comme

c'est le cas pour Ampelopsis, Polygonum Fagopyrum, Prunus Pissardi, Acer platanoides, etc., qui, sous l'influence de l'acide chlorhydrique seul et à chaud, se transforment rapidement en pigments rouges anthocyaniques. C'est vraisemblablement un processus chimique analogue qui se passe dans de tels tissus végétaux où l'anthocyane se forme par voie naturelle.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence de la lumière sur la migration des matériaux nutritifs au moment de l'éclosion des bourgeons.* Note de M. E. **Michel-Durand**, présentée par M. M. Molliard.

Dans le bourgeon au repos, les écailles coriaces qui le recouvrent forment un revêtement continu peu perméable aux rayons lumineux. Au moment de la reprise de la végétation, l'allongement des entre-nœuds désimbrique la cuirasse protectrice du bourgeon et, dans les intervalles, apparaissent les tissus plus profonds; lorsqu'elles s'échappent de leur gaine, les jeunes feuilles sont entièrement vertes, preuve évidente d'une action lumineuse antérieure.

A la suite de ces faits, je me suis proposé de déterminer l'influence de la lumière sur le chimisme du développement des jeunes feuilles dans les bourgeons. Les rejets qui prennent naissance sur les Marronniers taillés présentent des bourgeons volumineux qui constituent un matériel de choix pour ce genre de recherches. A cet effet on choisit sur le même arbre, du même côté et à la même hauteur, des tiges de 40^{cm} de long aussi semblables que possible; on enlève les bourgeons latéraux et l'on ne conserve que les trois bourgeons du sommet, les rameaux sont divisés en deux lots et rangés par trois dans des terrines cylindriques renfermant de l'eau ordinaire sur une épaisseur de 5^{cm} environ; on ferme les récipients avec un tampon d'ouate qui maintient les tiges en place. Un des lots est placé dans la chambre noire, l'autre est exposé en plein champ, mais à l'ombre, les récipients enfouis dans la mousse humide. On rafraîchit la section au rasoir et l'on renouvelle l'eau tous les deux jours.

Chaque récolte comprend six rameaux sectionnés à 30^{cm} à partir du sommet; trois rameaux serviront au dosage de l'azote; les trois autres seront utilisés pour le dosage des glucides. La technique suivie est celle que j'ai utilisée ailleurs [1].

---

[1] Michel-Durand, *Recherches sur les composés tanniques* (*Revue de Botanique*, 41, 1929, p. 317-318-319).

Les résultats des analyses relatifs aux bourgeons de lumière et d'obscurité sont exposés dans les tableaux suivants; on a analysé ensemble les neuf bourgeons des trois rameaux de la même récolte.

Dates des récoltes.	Substance sèche en gr.	Glucosides en mgr			Azote en mgr		
		simples.	complexes.	au total.	soluble.	protéique.	au total.
I. — *Bourgeons d'*Æsculus hippocastanum *végétant dans l'obscurité.*							
25 mars	5,724	320	1255	1575	7	60	67
2 avril	5,881	348	1282	1630	22	86	108
10 avril	6,709	508	1210	1718	36	107	143
22 avril	7,681	408	1002	1410	38	106	144
2 mai	7,046	216	1000	1216	45	96	141
II. — *Bourgeons d'*Æsculus *exposés à la lumière.*							
25 mars	5,724	320	1255	1575	7	60	67
1er avril (1).	6,130	335	1188	1523	12,6	72	84
10 avril	6,544	396	840	1236	57	129	186
6 mai	9,182	432	1356	1788	50	180	230

(1) *Températures extrêmes.* — 1er avril-8 avril : — 7° à + 10°; 8 avril-10 avril : — 4° à + 15°.

Bourgeons d'obscurité. — L'évolution des bourgeons s'effectue dans la chambre noire à une température constante et égale à 13°; dans ces conditions le fonctionnement des méristèmes se poursuit *régulièrement* aux dépens des glucides et des protides contenus dans le rameau. Mais l'azote organique de ce dernier ne peut s'abaisser sans danger pour les cellules vivantes de la tige, au-dessous d'une limite déterminée. Dès que celle-ci est atteinte, l'histogénèse s'arrête, le courant ascendant de sève nourricière n'entraîne plus que des glucides; l'allongement de la jeune pousse se poursuit uniquement par croissance intercalaire des cellules de nouvelle formation, puis les tissus entrent en sénescence comme l'indique l'autolyse qui termine l'évolution de la tige étiolée.

Bourgeons de lumière. — En comparant les résultats exposés dans les tableaux I et II, on voit que le métabolisme des rameaux végétant à l'air libre présente des fluctuations d'amplitude très accusée qui contraste avec le métabolisme régulier auquel sont soumis les bourgeons se développant dans l'obscurité. Or, dans la chambre noire, les conditions externes de l'éclosion des bourgeons restent constantes. Les rameaux exposés à l'air libre, au contraire, subissent les variations journalières d'éclairement et de

température. Cette dernière étant presque toujours inférieure ou sensiblement égale à celle de la chambre noire; le chimisme plus intense constaté au printemps dans les bourgeons exposés à l'air libre est donc bien provoqué par la présence de la lumière. Dès que l'écartement des enveloppes coriaces permet aux rayons solaires de pénétrer jusqu'aux jeunes feuilles, l'activité synthétique des méristèmes est énergiquement stimulée. Il en résulte un afflux de protides et une consommation rapide des glucides disparus du rameau, dans la jeune pousse; la condensation moléculaire intense dont cette dernière est le siège, corrélative de l'apparition de la chlorophylle, déclenche une migration rapide des protides et des glucides du rameau. Dans la suite, les jeunes feuilles devenues libres assimilent énergiquement et les réserves glucidiques se reconstituent dans les tissus épuisés. Malgré cela la pousse dépérit au bout de quelques semaines; en fait les feuilles vertes obtenues dans ces conditions sont toujours atrophiées.

En résumé, l'influence de la lumière se manifeste au cours de l'éclosion des bourgeons de Marronnier, dès que les écailles à propolis commencent à se désimbriquer; il en résulte une augmentation de l'activité synthétique dans le bourgeon ainsi que des phénomènes d'hydrolyse suivis de migration dans le rameau; ces phénomènes sont en relation avec la formation de la chlorophylle.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Présence de l'allantoïnase dans de nombreux champignons*. Note de M. A. **Brunel**, présentée par M. R. Fosse.

1. Dans 67 champignons, provenant des belles expositions de cryptogames de M. Mangin, au Muséum, nous avons pu caractériser le ferment qui transforme l'allantoïne en acide allantoïque :

$$\begin{array}{lll} NH^2 & NH & \\ | & \diagup \quad \diagdown & \\ CO & CH & CO \\ | & | & | \\ NH - & CH - & NH \end{array} \quad \xrightarrow[+H^2O]{\text{Allantoïnase}} \quad \begin{array}{lll} NH^2 & & NH^2 \\ | & & | \\ CO & COOH & CO \\ | & | & | \\ NH - & CH - & NH \end{array}$$

L'allantoïnase, découverte dans les semenses de Légumineuses (R. Fosse et A. Brunel (¹)), décelée ensuite dans les divers organes de *Soja hispida* et de *Phaseolus vulgaris*, puis dans un grand nombre d'autres familles (Ascomycètes, Muscinées, Ombellifères, Solanacées, Composées, Chénopodiacées, Urticacées, Malvacées, Rutacées, Rosacées, Cucurbitacées) (R. Fosse,

---

(¹) R. Fosse et A. Brunel, *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 426.

A. Brunel et P. de Graeve) [1], existe aussi chez les animaux (Échinodermes, Crustacés, Poissons et Batraciens) [2].

2. La caractérisation de l'allantoïnase se ramène à celle de l'acide allantoïque formé par fermentation aux dépens de l'allantoïne.

L'acide allantoïque est reconnu : soit par les très sensibles réactions de ses produits d'hydrolyse : l'acide glyoxylique et l'urée,

$$\begin{matrix} H^2N.CO.NH \\ H^2N.CO.NH \end{matrix} \Big\rangle CH.COOH \xrightarrow{+2H^2O} 2\,OC \Big\langle \begin{matrix} NH^2 \\ NH^2 \end{matrix} + HOOC.CH(OH)^2$$

soit par l'analyse de son sel d'argent.

Fermentation de l'allantoïne. — Découper le végétal en fines lamelles, lui ajouter son poids de glycérine anhydre, puis son poids d'eau après 12 heures d'abandon à la glacière, laisser en contact 6 heures et centrifuger.

Placer au bain d'eau à 40° deux milieux ayant la composition suivante :

	E.	T.
Allantoïne à 2g par litre	100cm³	100cm³
Macération de champignon	25	
Macération portée 30′ à 100°	—	25
Sous-carbonate d'ammonium	0g,125	0g,125
Chloroforme	1cm³	1cm³

Hydrolyse de l'acide allantoïque. — Après douze heures de fermentation, aciduler nettement E et T par HCl 5N et porter une minute à 100°.

Caractérisation de l'acide glyoxylique. — Ajouter aux deux liquides d'hydrolyse E et T (2cm³) du chlorhydrate de phénylhydrazine à 1 pour 100 (4 gouttes); puis, après refroidissement, du ferricyanure de potassium à 5 pour 100 (2 gouttes) et de l'acide chlorhydrique concentré (3cm³). E développe une forte coloration rouge, T reste incolore.

Caractérisation de l'urée. — Neutraliser par la potasse les deux liquides hydrolysés E et T (3cm³); ajouter un valume double d'acide acétique et du xanthydrol méthylique à 1/10 (1/20 du volume total). E abandonne un précipité caractéristqiue de xanthylurée, tandis que T reste limpide.

Identification par l'analyse quantitative élémentaire de l'acide allantoïque produit par fermentation de l'allantoïne (sous l'influence de Boletus scaber). — Abandonner deux milieux de même composition que E et T, 48 heures à 40°; déféquer par du nitrate d'argent solide (1g); filtrer; précipiter le filtrat refroidi, par de l'acétate mercurique solide; centrifuger; laver; décomposer

(1) R. Fosse, A. Brunel et P. de Graeve, *Comptes rendus*, **189**, 1929, p. 716.

(2) R. Fosse et A. Brunel, *Comptes rendus*, **188**, 1929, p. 1067.

par H^2S en présence d'eau (15$^{cm^3}$); chasser ce gaz par courant d'air; filtrer; neutraliser. L'addition de nitrate d'argent solide provoque la formation d'un abondant précipité que l'on dissout dans l'eau bouillante et laisse cristalliser.

Propriétés caractéristiques et analyse de l'allantoate d'argent. — Ce corps, formé de belles aiguilles microscopiques groupées, soluble dans l'eau chaude, insoluble dans l'alcool, peut être aisément caractérisé, même à l'état de trace, par la propriété qu'il possède de se scinder en acide glyoxylique et urée.

Analyse du sel séché à 40° puis au microdessiccateur à 80° : Substance, 10^{mg},520; Ag 3^{mg},993. Trouvé : Ag pour 100 37,95. Théorie pour $(H^2N.CO.NH)^2CH.COOAg$: Ag pour 100, 38,12.

3. Basidiomycètes pourvus d'allantoïnase. — *Amanita citrina, mappa, muscaria, ovidea, rubescens; Armillariella citrina; Boletus auriantiacus, bovinus, chrysenteron, flavus, luteus, scaber, variegatus; Clitocybe infundibuliformis, cerussata, clavipes, nebularis; Collybia hariolorum, maculata, erythropus, dryophylla, butyracea; Cortinarius infractus, hinnuleus, elatior, collinitus, variicolor; Craterellus cornucopioides; Entoloma lividum; Hebeloma longicaudum; Hypholoma lacrymabundum, hydrophyllum, condilleanum; Laccaria laccata; Lactarius fuliginosus, blennius, subdulis, turpis, torminosus, controversus; Lepista inversa; Lepiota clypeollaria; Leptoporus adustus; Leucocoprinus excoriatus; Melanoleuca breviceps, vulgaris; Mucidula mucida; Mycena galericulata; Nematoloma sublateritium, capnoïdes, fasciculare; Pholiota squarrosa; Rhodopaxillus nudus; Tricholoma columbetta, portentodum, murinaceum, decastes, cartilagineum, irinum, rutilans, terreum, argyraceum, flavobrunneum, nudum, glaucocanum.*

PHYSIOLOGIE. — *Constitution d'un nouveau régime alimentaire pour l'étude des avitaminoses B, régime relativement peu riche en glucides et riche en lipides.* Note de Mme **L. Randoin** et M. **R. Lecoq**, présentée par M. A. Desgrez.

En partant d'une nourriture naturelle convenant parfaitement au Pigeon, c'est-à-dire en prenant comme base la composition chimique d'un *mélange de graines*, Mme L. Randoin et M. H. Simonnet sont arrivés, en 1923, à constituer, par approximations successives, un *régime artificiel renfermant* 66 pour 100 *de glucides*, satisfaisant pour le Pigeon, lorsqu'il est complété par une bonne source de vitamines B [1]. Ce régime, couramment utilisé à l'heure actuelle pour l'étude des avitaminoses B, est ainsi constitué :

---

(1) Mme L. Randoin et H. Simonnet, *Comptes rendus*, 177, 1923, p. 903; *Bull. Soc. Sc. Hyg. alim.*, 12, 1924, p. 86; *Bull. Soc. Chim. Biol.*, 6, 1924, p. 601.

Protides purifiés	16	Mélange de sels	4
Graisse de beurre purifiée	4	Agar-agar	8
Glucide (dextrine p. ex.)	66	Papier filtre	2

Les mêmes auteurs et, plus tard, Mme L. Randoin et M. R. Lecoq, ont constaté que la *nature du glucide* entrant dans ce régime est loin d'être indifférente : en l'absence de vitamines B, les crises de polynévrite et la mort sont d'autant plus précoces que l'absorption intestinale du glucide utilisé est plus facile, plus rapide (ex. : galactose, 9-13e jour; glucose et maltose, 15-20e jour; dextrine, 17-27e jour; lévulose, 22-28e jour; etc. (1).

De plus, fait surprenant, avec le galactose et le lactose, l'addition de levure de bière apportant les vitamines B indispensables ne rend pas la ration complète : cette addition, même à doses élevées, n'empêche ni les accidents nerveux, ni la mort des animaux.

Nous avons pensé que la toxicité du lactose ne pouvait être mise en cause puisque ce sucre existe dans le lait, nourriture exclusive des Mammifères nouveau-nés. D'ailleurs, ayant donné à des Pigeons du lait de vache desséché (qui renferme normalement des vitamines B), nous avons constaté que cet aliment naturel, simplement additionné de 10 pour 100 d'aliments encombrants, assure parfaitement l'entretien du Pigeon. Mais le lait de vache désséché (moins riche en lactose et plus riche en lipides que le régime de L. Randoin et H. Simonnet) représente un équilibre nutritif bien différent.

En prenant comme base, non plus la composition d'un mélange de graines, mais celle du *lait de vache désséché*, nous avons constitué, pour le Pigeon, un *nouveau régime artificiel renfermant* 35 *pour* 100 *de glucides et* 26 *pour* 100 *de lipides* (régime B) :

Caséine purifiée	8	*Glucide pur ou purifié*	35
Fibrine purifiée	8	Mélange salin d'Osborne et Mendel	5
Ovalbumine	8	Agar-agar	8
Graisse de beurre purifiée	8	Papier filtre	2
Graisse de saindoux	18		

L'équilibre de ce régime est tel que l'emploi de lactose ou de galactose (à cette dose de 35 pour 100) ne détermine pas fatalement la mort. Pour obtenir de très longues survies, il suffit de compléter la ration quotidienne par une petite quantité de levure de bière sèche : 0g,35 à 0g,50 (2).

---

(1) Mme L. Randoin et R. Lecoq, *Comptes rendus*, **184**, 1927, p. 1347; **185**, 1927, p. 1068.

(2) Mme L. Randoin et R. Lecoq, *Comptes rendus*, **188**, 1929, p. 1188; *C. R. Soc. Biol.*, **101**, 1929, p. 355.

Il était logique de se demander si le régime B avitaminé présentait des avantages pour des recherches à poursuivre *au cours* des avitaminoses B.

En employant des glucides simples solubles, au taux de 66 pour 100, on déterminait une grande rapidité dans l'évolution de la polynévrite ; il semblait qu'un trouble dû à cette très forte proportion d'un glucide pur soluble se superposât aux effets propres de l'avitaminose B ; avec le glucose, par exemple, on observait souvent des vomissements dès le début de la maladie.

En changeant, dans le régime B, la nature du glucide, allait-on constater que, cette fois, les divers glucides se montraient tous sensiblement équivalents vis-à-vis de l'évolution de l'avitaminose B globale ?

Pour répondre à ces questions, nous avons étudié comparativement l'influence des 9 glucides suivants[1] : — *glucose*, *lévulose*, *galactose* ; — *maltose*, *saccharose*, *lactose* ; — *dextrine*, *amidon de maïs*, *fécule de pomme de terre*.

Nous avons constitué, pour 9 lots de Pigeons adultes, 9 régimes (sans vitamines B), de même composition centésimale que le régime B, et ne différant entre eux que par la nature du glucide pur ou purifié.

Chaque ration a été donnée crue, *par gavage*, à la dose quotidienne de 20g ; le poids et la température des Pigeons ont été déterminés chaque jour.

Résultats. — Les durées des survies ont été les suivantes :

Hexoses.		Hexobioses.		Polyoses complexes.	
Glucose	20-30 j.	*Maltose*	20-30 j.	*Dextrine*	20-30 j.
Lévulose	20-30	*Saccharose*	20-30	*Amidon de maïs*	20-30
Galactose	35-50	Lactose	25-50	Fécule de p. de terre.	40-60

A part le galactose, le lactose et la fécule de pomme de terre, *les divers glucides étudiés sont donc cette fois équivalents*, puisque les régimes dans lesquels ils entrent au taux de 35 pour 100 provoquent des crises polynévritiques aiguës et la mort au bout de 20 à 30 jours. Il est à noter que l'amidon de maïs est parfois mal toléré, assez rarement d'ailleurs.

Ce qui peut expliquer la lenteur relative de l'évolution de la polynévrite dans le cas du galactose et du lactose, c'est la mauvaise utilisation de ces sucres par l'économie, du fait de leur nature très particulière, l'un étant infermentescible en totalité, et l'autre, infermentescible en partie (pour la moitié). Dans le cas de la fécule de pomme de terre crue, c'est l'utilisation digestive, toujours défectueuse, qui est en cause.

Conclusions. — Pour l'étude précise et suivie de phénomènes pathologiques se produisant *au cours* des avitaminoses B, il serait intéressant d'utiliser parallèlement : le régime artificiel qui renferme 66 pour 100 de

glucides et le régime artificiel que nous proposons ici, lequel contient 35 pour 100 de glucides et 26 pour 100 de lipides.

Tous les Pigeons soumis à ce dernier régime — que le glucide employé soit du glucose, du lévulose, du maltose, du saccharose ou de la dextrine — se comportent de la même manière : leur température centrale demeure remarquablement constante, la digestion, l'absorption sont convenables, et l'on n'observe pratiquement pas de vomissements (même avec du glucose pur); cela jusqu'à la période finale où apparaissent les symptômes typiques graves de la polynévrite, lesquels, dans tous les cas, se produisent au bout de 20 à 30 jours.

PHYSIOLOGIE. — *Phénomènes apportés par l'irradiation sur le tissu cutané et sur la glande génitale mâle du lapin en fonction du mode d'application du rayonnement.* Note de MM. **A.** et **R. Sartory** et **J. Meyer.**

La technique de l'irradiation et les doses employées ont été établies de la façon suivante : les lapins étaient irradiés à la face dorsale sur un champ de 16^{cm^2}, étant d'autre part bien protégés contre le rayonnement. La source de rayons X a été fournie par un tube de Coolidge fonctionnant à tension constante de 200 kilovolts et 3 milliampères; les rayons ont été soumis à une filtration utilisée en radiothérapie humaine, donnée par un filtre de cuivre de 2^{mm} d'épaisseur et d'un filtre d'aluminium de 1^{mm}. La distance anticathode-peau était de 30^{cm} et les mesures ont été effectuées au moyen d'un ionomètre de *Hammer* bien étalonné; les doses sont exprimées en unités internationales.

Nous synthétiserons dans le tableau ci-dessous les résultats obtenus au moyen de différentes doses de rayons employés suivant le mode d'application par irradiation massive ou par fractionnement en 10 ou 12 séances avec 48 heures d'intervalle entre deux séances; le traitement se prolongeait par conséquent dans le dernier cas de 20 à 24 jours.

Irradiation.		
Massive.	Fractionnée.	Indices de réaction de la peau.
750^{r}	750^{r}	Pas d'épilation.
1600	3000	Seuil inférieur de l'épilation partielle; repoussée à 100 pour 100 en 120 jours.
2250	3750	Seuil de l'épilation complète; repoussée des poils incomplète après 120 jours.
2500	5000	Seuil supérieur pour l'épilation à 100 pour 100 suivie d'une alopécie définitive à caractères bénins.
3000	> 8000	Seuil d'une atrophie complète suivie d'une nécrose du tissu cutané.

Nous pouvons par conséquent fixer les rapports suivants :

1° Rapport des seuils d'épilation partielle suivie d'une nouvelle poussée des poils à 100 pour 100 :

$$\frac{\text{Dose unique}}{\text{Dose fractionnée}} = \frac{1}{1,9}.$$

2° Rapport des seuils d'épilation complète suivie d'une nouvelle poussée incomplète des poils après 120 jours :

$$\frac{\text{Dose unique}}{\text{Dose fractionnée}} = \frac{1}{1,66}.$$

3° Rapport des seuils supérieurs pour l'épilation à 100 pour 100, suivie d'une alopécie définitive à caractère bénin :

$$\frac{\text{Dose unique}}{\text{Dose fractionnée}} = \frac{1}{2}.$$

4° Rapport des seuils de radionécrose profonde :

$$\frac{\text{Dose unique}}{\text{Dose fractionnée}} = \frac{1}{3}.$$

En ce qui concerne l'action des rayons X en fonction du mode d'application du rayonnement sur les testicules du lapin, nous avons prélevé ces glandes 5 jours, 60 et 120 jours environ après l'irradiation. On a noté les différentes phases suivantes :

Stade 0 : Présence de cellules de *Sertoli*, de spermatogonies, spermatocytes, spermatides et spermatozoïdes.

Stade 1 : Présence de cellules de *Sertoli*, spermatocytes, spermatides, spermatozoïdes ou manque de l'un ou de l'autre de ces deux derniers éléments.

Stade 2 : Présence de cellules de *Sertoli*, spermatides, spermatozoïdes.

Stade 3 : Présence de cellules de *Sertoli*, spermatides ou spermatozoïdes.

Stade 4 : Présence de cellules de *Sertoli* seules.

Stade 5 : Présence de cellules de *Sertoli*, plus ou moins dégénérées.

Stade 6 : Repeuplement de la glande séminale, caractérisé par la présence de cellules de *Sertoli* et de spermatogonies.

Nos résultats sont exposés dans le tableau ci-contre, où nous indiquons les différents stades par les chiffres correspondants de l'échelle fixée :

L'irradiation fractionnée des testicules au moyen de 750 r administrés en 10 séances pendant 20 jours occasionne une stérilisation temporaire du testicule semblable en ce qui concerne l'effet précose à celle constatée pour une irradiation massive unique de 2250 r. La stérilisation définitive du tissu séminal sans lésions cutanées a été obtenue avec une dose de 3000 r fractionnée et espacée sur 24 jours; effet qui n'a pu être réalisé qu'avec pro-

duction de lésions cutanées et généralisées à caractère de malignité aiguë au moyen d'une dose massive de 3750 r. A la dose de 2250 r et encore à celle de 3750 r espacée sur 24 jours le tissu interstitiel reste complètement indemne, tandis que la stérilisation du tissu séminal est complète. Il existe par conséquent à partir du seuil inférieur de la stérilisation complète du testicule (entre 2250 r et 3750 r) un écart important entre la radiosensibilité des tissus séminaux et des tissus nourriciers, lorsqu'on fractionne et que l'on étale la dose. Le tissu interstitiel cumule donc avec perte les doses fractionnées de la même façon que la peau.

Doses de rayons X		Moment de l'examen après l'irradiation.	Lapin n°	Stades du dépeuplement ou du repeuplement.
non fract.	fract.			
750 r	–	5 jours	61 a	1 et 2
–	750 r	6 »	64 a	2 et 3
750 r	–	62 »	61	4 et 6
–	750 r	60 »	64 b	4
750 r	–	129 »	60	6
–	750 r	120 »	64 c	4
2250 r	–	5 »	63 a	2
–	2250 r	6 »	65 a	3
2250 r	–	32 »	63	4
–	2250 r	32 »	65 b	5
2250 r	–	121 »	62	4 et 6
–	2250 r	125 »	65 c	5
3000 r	–	5 »	69 a	3
–	3000 r	6 »	72 a	3 et 4
3000 r		64 »	69 b	4
–	3000 r	60 »	72 b	5
–	3000 r	120 »	72 c	5
3750 r	–	5 »	73	3

Par suite du fractionnement en 10 ou 12 parties égales et de l'espacement échelonné sur 24 jours d'une dose de rayons X appliquée sur le testicule, le seuil de la stérilisation définitive est abaissé en rapport à une irradiation identique, mais à dose unique d'après l'équation suivante :

$$\frac{\text{Dose massive}}{\text{Dose fractionnée}} = \frac{1,33}{1}.$$

L'espacement et le fractionnement d'une quantité de rayonnement sur 24 jours a relevé le seuil de la radionécrose cutanée de 50 pour 100 environ, tandis que le seuil de la stérilisation de l'épithélium séminal s'est maintenu ou a même subi une légère diminution.

PHARMACOLOGIE. — *Influence pharmacologique de la substitution d'un groupe méthyle sur le carbone β du méthylamino-(paraoxyphényl)-carbinol.* Note de M. **Raymond-Hamet**, déposée par M. A Desgrez.

Nous avons démontré ([1]) que la substitution d'un groupe méthyle sur le carbone β de l'adrénaline modifie peu l'action physiologique de cette substance. Nous nous proposons d'étudier aujourd'hui l'influence que cette même substitution exerce sur les effets physiologiques, quand elle est effectuée sur le carbone β non plus de l'adrénaline mais d'une amine qui ne s'en distingue que par la suppression de l'oxhydryle phénolique en position méta.

Cette amine, le méthylaminométhyl-(paraoxyphényl)-carbinol, a été déjà étudiée par de nombreux auteurs et plus particulièrement par Lasch ([2]), Ehrismann et Maloff ([3]), Tainter et Seidenfeld ([4]), Kuschinsky ([5]). Tous ces auteurs ont reconnu que l'action hypertensive du métylaminométhyl-(paraoxyphényl)-carbinol n'est pas inversée par l'ergotamine. Mais, alors que Tainter affirme que la cocaïnisation ne modifie pas les effets hypertenseurs du méthylaminométhyl-(paraoxyphényl)-carbinol, Kuschinsky prétend qu'elle les augmente, tout comme ceux de l'adrénaline.

Nos expériences personnelles, qui, pour éviter l'influence possible d'une hypersécrétion adrénalinique, ont été pratiquées sur des chiens bisurrénalectomisés, nous ont montré qu'en réalité la cocaïnisation, qui augmente beaucoup l'action hypertensive de l'adrénaline, est pratiquement sans influence sur celle du méthylaminométhyl-(paraoxyphényl)-carbinol.

D'autre part, nous avons constaté que la yohimbine n'inverse pas l'action hypertensive du méthylaminométhyl-(paraoxyphényl)-carbinol, mais la diminue considérablement.

Quant à la paraoxyéphédrine, Schaumann n'y a consacré encore qu'une très courte Note ([6]). De même que la dioxyéphédrine, que nous avons étu-

---

([1]) Raymond-Hamet, *Comptes rendus*, 192, 1931, p. 300-302.

([2]) Lasch, *Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmakol.*, 124, 1927, p. 231-244.

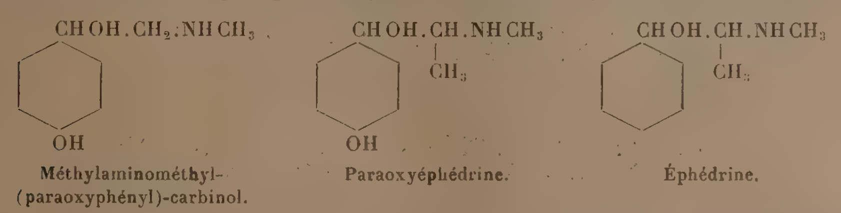
([3]) O. Ehrismann et Maloff, *Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmakol.*, 136, 1928, p. 172-184.

([4]) M. L. Tainter et M. A. Seidenfeld, *Journ. of Pharmacology*, 40, 1930, p. 23-42.

([5]) G. Kuschinsky, *Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmakol.*, 40, 1930, p. 23-42.

([6]) O. Schaumann, *Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmakol.*, 157, 1930, p. 114.

diée précédemment, procède à la fois de l'éphédrine et de l'adrénaline, la paraoxyéphédrine peut être considérée comme dérivant à la fois de l'éphédrine et du méthylaminométhyl-(aminométhyl)-carbinol. De la première elle se distingue par la présence d'un oxhydryle phénolique, du second par la substitution d'un groupe méthyle sur le carbone β de la chaîne latérale.



Méthylaminométhyl-(paraoxyphényl)-carbinol. Paraoxyéphédrine. Éphédrine.

Par certains de ses caractères, la paraoxyéphédrine se rapproche plus de l'éphédrine que du méthylaminométhyl-(paraoxyphényl)-carbinol. C'est ainsi que la courbe de l'hypertension provoquée par la paraoxyéphédrine est nettement du type éphédrinique. C'est ainsi encore que les doses très fortes de paraoxyéphédrine sont hypotensives alors que les doses les plus élevées du méthylaminométhyl-(paraoxyphényl)-carbinol restent hypertensives. C'est ainsi également que la cocaïnisation diminue beaucoup les effets hypertenseurs de la paraoxyéphédrine. C'est ainsi enfin que l'action inhibitrice de la paraoxyéphédrine sur l'intestin est peu marquée et peu durable.

Par contre, la paraoxyéphédrine possède un caractère qui n'appartient ni à l'éphédrine ni au méthylaminométhyl-(paraoxyphényl)-carbinol. Alors, en effet, que les effets hypertenseurs de ces deux substances ne sont pas inversés par la yohimbine, une dose normalement hypertensive de paraoxyéphédrine provoque chez le chien yohimbinisé une très nette hypertension.

La substitution d'un groupe méthyle sur le carbone β de la chaîne latérale du méthylamino - méthyl - (paraoxyphényl) - carbinol fait donc apparaître un caractère adrénalinique que ne possédait pas cette substance.

Ajoutons que Tainter [1] avait prétendu que la cocaïnisation augmente l'action hypertensive des substances qui deviennent hypotensives chez l'animal ergotaminisé. Mais nous avons montré [2], que les effets hypertenseurs de l'aminométhyl-3.4-d(ioxyphényl)-carbinol sont augmentés par la cocaïnisation alors qu'ils ne sont pas inversés par la yohimbine. La

---

(1) M. L. Tainter, *Journ. of pharmacology*, 40, 1930, p. 43-64.

(2) Raymond-Hamet, *Comptes rendus*, 191, 1930, p. 869-871.

paraoxyéphédrine nous fournit aujourd'hui un exemple d'une amine dont l'action hypertensive est à la fois diminuée par la cocaïne et inversée par la yohimbine.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Actions des champs électriques de très haute fréquence sur les tissus organiques.* Note de MM. **Jean Saidman**, **Roger Cahen** et **Jacques Forestier**, présentée par M. d'Arsonval.

Depuis quelques années, plusieurs auteurs ont appliqué les ondes hertziennes courtes en biologie ou en thérapeutique que M. le professeur d'Arsonval avait préconisées en 1891-93 [Gosset, Gutmann, Lakhovsky et Magrou (¹), Saidman et Cahen (²), Schereschewsky et Andervont (³), Woodbury (⁴), Schliephake (⁵), Jellinek (⁶), etc.].

Nous avons déjà décrit (²) les effets biologiques produits par l'exposition directe dans un champ hertzien correspondant à une longueur d'onde de 3^m et signalé l'existence de certains incidents congestifs, notamment d'adénopathies survenant chez les sujets traités pour d'autres lésions tuberculeuses localisées.

Une augmentation de la longueur d'onde semble avoir fait disparaître ces poussées congestives. Après avoir utilisé un générateur d'ondes de 6 à 8^m, nous avons finalement adopté un dispositif émetteur d'ondes voisines de 14^m. Celui-ci est constitué par deux triodes de 250 watts, fournissant une puissance oscillante de 80 watts.

La région irradiée, isolée par des feuilles de caoutchouc, se trouve dans un champ électrique déterminé par deux plaques de 15^{cm} de diamètre, réunies par des connexions télescopiques aux extrémités d'un solénoïde couplé inductivement au circuit oscillant du générateur.

Les mesures d'intensité ont été effectuées à l'aide d'un ampèremètre thermique placé au ventre d'intensité du circuit d'utilisation et celles de résistance haute fréquence l'ont été par la méthode dite de la *résistance additionnelle*. Toutes ont eu lieu au moment de la résonance entre l'oscillateur et le circuit d'utilisation.

(¹) Gosset, Gutmann, Lakhovsky et Magrou, *C. R. Soc. Biol.*, **91**, 1925, p. 626. — Lakhovsky, *Comptes rendus*, **186**, 1928, p. 1019, et **188**, 1929, p. 657.

(²) Saidman et Cahen, *Annales de l'Institut d'Actinologie*, **1**, 1926, p. 181, et **3**, 1929, p. 147.

(³) Schereschewsky, *Public. Health Reports*, **41**, 1926, n° 37. — Schereschewsky et Andervont, *Public. Health Reports*, **43**, 1928, p. 333.

(⁴) Woodbury, *Physical Therapeutics*, **47**, 1929, p. 29.

(⁵) Schliephake, *Zeitschrift für exp. Medizin*, **66**, 1929, p. 213.

(⁶) Jellinek, *Comptes rendus*, **191**, 1930, p. 2030.

En l'absence du sujet, l'intensité, la longueur d'onde et la résistance du circuit sont évidemment dictées par ses caractéristiques (elles varient entre $15^m,40$ et $15^m,80$, 1750 et 400 ohms, pour une distance des armatures comprise entre 18 et 4^{cm}).

Lorsque le sujet est interposé, l'intensité et la longueur d'onde croissent, alors que la résistance haute fréquence passe du millier à la centaine d'ohms.

Région.	Intensité.	R ω.	Longueur d'onde.
A vide	480	2750	14,80
Abdomen	920	425	15,38
A vide	560	1750	15,72
Genou	1040	335	17,15

Le calcul montre que le corps humain se comporte comme un semi-conducteur doué d'une capacité variable à égalité de volume, suivant les régions. Nous avons cherché quelle est l'augmentation de capacité au niveau des armatures dans quelques cas, en tenant compte des capacités parasites :

$$\text{Rapport } \frac{\text{C avec sujet}}{\text{C à vide (air)}}$$

(abdomen, 4,16; genou, 6,2; épaule, 6,44).

Sur 20 enfants de 15 mois à 10 ans, l'ensemble des mesures indique une résistance toujours plus faible du thorax que de l'abdomen; en voici des exemples :

Sujets	Résistance en ω.	
Nos.	transabdominale.	transthoracique.
2219	525	425
2236	182	157.5

Expériences sur l'animal. — Le Rat a été presque toujours utilisé comme test biologique dans la détermination des doses léthales en très haute fréquence. Avec notre appareillage, la longueur d'onde étant de 15^m à la résonance et l'intensité d'un ampère, les effets suivants ont été reconnus : agitation suivie d'une accélération du rythme respiratoire, ensuite une sudation et ralentissement régulier, puis saccadé de la respiration, enfin, prostration, sursauts, coma et mort après une heure environ.

Utilisation thérapeutique. — C'est la technique d'auto-condensation, créée par le professeur d'Arsonval, qui nous a donné les meilleurs résultats. Six cents applications seules ou en association avec la technique du solarium d'Aix-les-Bains, ont permis de dégager les indications suivantes :

Dans les arthropathies subaiguës ou chroniques, déjà justiciables de la diathermie, l'effet calorique profond est obtenu plus commodément par champ électrique de très haute fréquence (supérieur à 10000000 cycles) et permet d'éviter le contact direct des électrodes sur la peau;

Dans les névralgies dites rhumatismales, l'action analgésique des courtes longueurs d'onde est nettement supérieure à celle de la diathermie classique. Nous n'avons jamais observé, dans les conditions d'emploi précédemment décrites (chaleur modérée correspondant à 600-1500 milliampères) des poussées d'activation douloureuse si fréquentes avec les autres méthodes.

PATHOLOGIE ANIMALE. — *Le traitement des diarrhées des veaux par le bactériophage*. Note de MM. **J. Verge** et **M. Vallée**, transmise par M. E. Leclainche.

Les diarrhées des veaux (dysenteries des nouveau-nés, diarrhées des jeunes, entérites des veaux) sont des affections redoutables pour l'élevage et dues presque toujours à un germe particulier: le Colibacille. Nous avons réussi à mettre en évidence, dans l'intestin de sujets convalescents, un bactériophage spécifique, dont nous avons exalté la virulence par passages en série au laboratoire et étendu la qualité lytique par adaptation *in vitro* à de très nombreuses souches de colibacilles, souches isolées à partir d'excréments de veaux infectés.

Le bactériophage ainsi obtenu, de virulence exacerbée et de polyvalence marquée, a été essayé, à l'exclusion de toute autre médication, dans le traitement des diarrhées des veaux en diverses régions de France : Normandie, Bretagne, Thiérache, Charolais, Auvergne, etc.).

Il convient de l'utiliser de la façon suivante :

1° Modifier l'alimentation du sujet en remplaçant le lait, pendant les deux ou trois premiers jours de l'intervention, par de l'eau de lin, de riz ou d'orge.

2° Faire ingérer, matin et soir, 10$^{cm^3}$ de bactériophage spécifique.

3° Continuer cette thérapeutique pendant 5 à 6 jours.

Les résultats obtenus peuvent être résumés de la façon suivante : l'amélioration se fait sentir, en général, du deuxième au troisième jour; la diarrhée diminue et disparaît; l'animal reprend sa vivacité habituelle; l'appétit renaît et la guérison se manifeste, consolidée par les ingestions ultérieures du principe lytique.

Voici, à titre d'exemples, quelques observations puisées parmi les réponses des confrères qui ont bien voulu appliquer la méthode :

I. M. O..., vétérinaire à F.... Veau de 3 semaines, atteint d'entérite depuis la naissance. La guérison est obtenue en 10 jours : ingestion d'une ampoule de bactériophage matin et soir.

Veau de 3 semaines : entérite grave ayant résisté à tous les traitements habituels; état désespéré. Il est donné *per os*, une ampoule de bactériophage matin et soir. Une très nette amélioration apparaît le troisième jour et l'animal est guéri le sixième jour.

II. M. D..., vétérinaire à C.... Trois veaux d'élevage, âgés de 15 jours à 2 mois, sont atteints d'entérite diarrhéique. Deux d'entre eux présentent, en même temps, des symptômes généraux : hyperthermie manifeste, abattement extrême, anorexie absolue, troubles qui, selon notre confrère, lui permettent d'ordinaire de porter un pronostic fatal dans la plupart des cas.

Le bactériophage est utilisé en ingestion, à la dose de deux ampoules par jour. Les trois malades ont repris toutes les apparences de la santé après 48 heures de traitement et la guérison ne s'est jamais démentie.

Veau de 5 semaines, atteint de dysenterie depuis 24 heures; semble *in extremis*. Guérison en 48 heures.

Notre confrère ajoute : Jusqu'à présent, je n'ai pas eu un seul échec chez les veaux atteints d'entérite diarrhéique vraie, notamment lorsque les sujets présentaient des formes graves bien établies. C'est chez les grands malades que l'action est la plus nette. Sur 15 cas traités, aucune mortalité, proportion qu'aucun traitement ne m'a jamais donnée.

III. M. L..., vétérinaire à A... Six veaux présentant, soit de la diarrhée seule, soit de la diarrhée avec état général mauvais ont été guéris en quelques jours, sans récidives.

IV. M. P..., vétérinaire à A... Le bactériophage a été surtout employé dans des cas quasi désespérés : diarrhées avec inappétence, fièvre, decubitus. L'amélioration se traduit dès le troisième jour de traitement et la guérison intervient du cinquième au septième jour.

V. M. N., vétérinaire à A... Génisse Salers de 10 mois; atteinte d'entérite aiguë : diarrhée profuse avec fausses membranes, efforts expulsifs incessants, inappétence complète, hypothermie, amaigrissement prononcé. Le pronostic est très sombre : état général mauvais, poil piqué, yeux enfoncés dans l'orbite, démarche chancelante. Six ampoules sont administrées chaque jour, pendant deux jours, dans de l'eau de riz. L'animal est radicalement transformé : température et appétit normaux, diarrhée à peine accusée, disparition des fausses membranes et des efforts expulsifs, faciès habituel. La guérison ne s'est jamais démentie par la suite.

Il est des causes d'échecs qu'il faut connaître, pour ne pas attribuer à une défaillance de l'action lytique ce qui est imputable soit à une intervention défectueuse ou intempestive, soit à un processus ne reconnaissant point une origine nettement et sûrement colibacillaire.

Toute lyse *in vivo* implique la reproduction facile de cette lyse *in vitro*.

Or il est des races de colibacilles que la lyse ne peut atteindre, pour des raisons encore ignorées. Ces diarrhées ne seront, partant, nullement amendées par le bactériophage, quelles que soient les modalités du traitement.

Le principe spécifique n'a aucune action sur le bacille de Koch, le bacille de Johne, les paratyphiques, les divers parasites de l'intestin. C'est dire que les diarrhées d'origine tuberculeuse, paratuberculeuse, paratyphique, coccidienne, etc. ne bénéficieront en aucune façon de la thérapeutique lytique.

Les antiseptiques intestinaux, les antithermiques inhibent le pouvoir du bactériophage et toute médication de cet ordre doit être sévèrement proscrite.

Le bactériophage réalise, dans le traitement des diarrhées des animaux jeunes en général et des diarrhées des veaux en particulier, une thérapeutique élégante qui mérite de retenir l'attention par les légitimes espoirs qu'elle suscite, mais qui demande à être appliquée avec discernement pour pouvoir porter tous ses fruits.

A 15h40m, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 16h10m.

A. Lx.

ERRATA.

(Séance du 9 février 1931.)

Note de M. *L. Margaillan*, L'huile de *Wrightia annamensis* Dubard et Eberhardt, huile semblable à l'huile de ricin :

Page 373, ligne 6 en remontant, *au lieu de* d_{20}, *lire* d_{25}.

Page 374, ligne 21, *au lieu de* l'huile de Wrightia se sulfure, *lire* se sulfone; ligne 22, *au lieu de* de même terme, *lire* de même tenue; ligne 31, *au lieu de* Vizun et Guillot, *lire* Vizern et Guillot.